

09/763713  
Rec'd PCT/PTO

26 FEB 2001

#6  
M  
12/10/01

EXPRESS MAIL NO. EL624022435US

DATE OF DEPOSIT: February 26, 2001

Attorney Docket No. 20046H-000800US

**Enclosures:** Form PTO-1390, face sheet of PCT published application,  
preliminary amendment, amended claims, ISR, IDS, 9  
references, IPER, 2 priority documents

This Page Blank (uspto)

RECEIVED  
FEB 27 2001  
PCT INITIAL PROCESSING



# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **09 FEV. 2001**

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04  
Télécopie : 01 42 93 59 30  
<http://www.inpi.fr>

**This Page Blank (uspto)**

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : (1) 42.94.52.52 Télécopie : (1) 42.93.59.30

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES

28 AOÛ 1998

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

DÉPARTEMENT DE DÉPÔT

DATE DE DÉPÔT

98 10837-  
75 28 08.98

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE  
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

CABINET HARLE & PHELIP  
7, rue de Madrid  
75008 PARIS  
FRANCE

n° du pouvoir permanent références du correspondant téléphone  
FR 60822 J 01.53.04.64.64

2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

☒ brevet d'invention

☐ demande divisionnaire

☐ certificat d'utilité

☐ transformation d'une demande  
de brevet européen

☒ demande initiale

☐ brevet d'invention

☐ certificat d'utilité n°

date

Établissement du rapport de recherche

☐ diffère

☒ immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance

☐ oui

☐ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

SYSTEME DE COMPRESSION ET DE DECOMPRESSION DE SIGNAUX  
VIDEO NUMERIQUES

3 DEMANDEUR (S)

n° SIREN

code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

Forme juridique

HOLDING BEV S.A.

Nationalité (s) Luxembourgeoise

Adresse (s) complète (s)

Pays

69, route d'Esch, Luxembourg

LUXEMBOURG

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre ☐

4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs

☐ oui

☒ non

Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

☐ requise pour la 1ère fois

☐ requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

7 DIVISIONS antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(nom et qualité du signataire - n° d'inscription)

PHELIP Bruno  
C.P.I. b m (92\_1194 1)  
CABINET HARLE & PHELIP

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRES ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

DEPARTEMENT DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg

75800 Paris Cédex 08

Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

98 10837

TITRE DE L'INVENTION :

SYSTEME DE COMPRESSION ET DE DECOMPRESSION DE SIGNAUX VIDEO NUMERIQUES.

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

HOLDING BEV S.A.

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

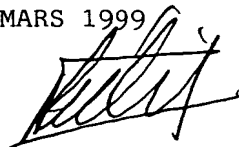
PIRIM Patrick

56, rue Patay - 75013 PARIS

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire

PARIS, LE 19 MARS 1999



**PHILIP Bruno**  
**C.P.I. bm (92-1194 0)**  
**Cabinet HARLE ET PHILIP**

La présente invention est relative à un système (procédé et dispositif) de compression et de décompression de signaux vidéo numériques.

Le système selon l'invention permet, dans sa portion compression, de compresser les signaux vidéo numériques de sources variées, telles que caméra vidéo numérique, caméra vidéo analogique suivie d'un convertisseur analogique/numérique, lecteur de films cinéma émettant des signaux vidéo numériques, soit directement soit par l'intermédiaire d'un convertisseur analogique/numérique, magnétoscope ou ordinateur à sortie numérique, compact disc, laser disc, visiophone (téléphone avec caméra vidéo), fixe ou portable, signal vidéo numérique à séquence d'images, signal vidéo issu d'un bras informatique (interface P.C.I.), la caméra pouvant, entre autres, être constituée par une micro-caméra simplifiée ou un CCD avec son électronique associée sur une puce électronique, tandis que les signaux peuvent être dans divers systèmes vidéo, tels que PAL, NTSC, SECAM, HDTV (télévision haute fidélité), tant en noir et blanc qu'en couleurs à composants variés RGB, YCbCr et CMYK, représentant des scènes animées sous la forme d'un flux de signaux vidéo numériques.

Les signaux numériques compressés, disponibles en sortie de la portion compression du système de compression selon la présente invention, qui reçoit en entrée une succession de signaux vidéo numériques à compresser, peuvent être soit enregistrés sur un support d'enregistrement numérique d'images, tel que CD, laser disc, CD-ROM, CDC-ROM, DVD-ROM, bande magnétique, avec ou sans signal représentatif du son synchrone, soit transmis à distance par satellite, câble, relais hertzien, ou simple ligne téléphonique du fait de leur bande passante réduite, pour être soit enregistrés à distance sur un support d'enregistrement numérique d'images, directement ou après décompression par la portion décompression d'un système de compression et de décompression selon la présente invention, utilisant pour la décompression la même norme que pour la compression, soit visualisés à distance, après une telle décompression, sur l'écran d'un téléviseur, moniteur, ordinateur, visiophone fixe ou portable.

Le système selon l'invention permet d'obtenir une compression plus poussée (dans une bande passante de largeur moindre) dans sa portion compression, c'est-à-dire de débiter en sortie de cette portion un signal numérique de longueur plus courte par image vidéo, et/ou d'obtenir, en sortie de

sa portion décompression, un signal numérique représentant une image vidéo de meilleure qualité, notamment plus fine et sans blocs d'image apparents.

Un tel système présente également d'autres avantages

- dont l'un provient du fait que le système devient opérationnel très rapidement après sa mise en route, en particulier au bout de trois trames de signal vidéo, alors que les systèmes antérieurs doivent attendre douze trames environ avant de pouvoir être opérationnels, et
- dont l'autre provient du fait que, dans la voie ou portion compression, on reconstitue, en fin de codage et avant compression finale des signaux vidéo numériques, les signaux vidéo d'origine avant codage, aux fins de contrôle, ce qui améliore la fiabilité de la compression.

En particulier, grâce à ces caractéristiques, le système de compression et de décompression selon l'invention permet :

- de réaliser un système de visiophonie entre deux postes, fixes ou portables, avec respectivement capture et reconstitution d'images animées dans ces postes, et transmission des signaux vidéo compressés numériques, même par une ligne téléphonique classique, les images reproduites ayant une très bonne qualité, avec application, entre autres, aux vidéoconférences ;
- d'enregistrer sur un support d'enregistrement, d'un des types précités (tels que CD, laser disc, CD-ROM, CDC-ROM, DVD-ROM) un flot d'informations vidéo numériques (par exemple celui d'un film cinéma ou vidéo, d'un jeu électronique ou d'un système interactif) beaucoup plus important que jusqu'à présent par les systèmes de compression et de décompression de signaux vidéo numériques, en particulier d'enregistrer sur un seul support un flux d'informations qui exige actuellement deux ou trois supports de même nature.

D'une manière générale, l'invention trouve son application dans les divers systèmes de communication, les ordinateurs, les systèmes de divertissement, tels que jeux vidéo et karaoké, les systèmes d'éducation et d'apprentissage, les caméras, caméscopes, enregistreurs, émetteurs et récepteurs de vidéo numérique.

À l'heure actuelle, on connaît, et même on utilise commercialement, différents standards ou normes de compression et décompression de signaux vidéo numériques, à savoir, en particulier, JPEG (Joint Photographic Experts Group), conçu essentiellement pour les images fixes, MPEG (Moving Pictures



Experts Group) prévu essentiellement pour les images animées, dans ses versions MPEG 1 et MPEG 2 commercialisées et bientôt MPEG 4 en voie de standardisation.

5 Ces normes, notamment les MPEG, sont basées sur l'utilisation de la transformée de Fourier, en utilisant seulement la composante en cosinus de cette transformée. Essentiellement un système de compression et de décompression de signaux vidéo numériques suivant ces normes JPEG et MPEG comporte un filtre ou codeur *DCT* (Discrete Cosine Transform) mettant en œuvre les transformées de Fourier et un ensemble de compression – décompression ; dans  
10 la portion compression du système, le signal à compresser est appliqué à l'entrée compression du filtre *DCT* dont le signal de la sortie compression (constitué par les transformées de Fourier) est appliqué à l'entrée compression dudit ensemble de compression – décompression qui débite sur sa sortie compression le signal vidéo compressé, tandis que, dans la portion  
15 décompression du système, le signal à décompresser est appliqué à l'entrée décompression dudit ensemble dont le signal de sortie, disponible sur la sortie décompression de l'ensemble, est appliqué à l'entrée décompression du filtre *DCT* qui débite, sur sa sortie décompression, le signal décompressé, la portion décompression du système effectuant les fonctions inverses de celles réalisées  
20 dans la portion compression du système, tant pour le filtre *DCT* que pour l'ensemble compression – décompression.

Plus particulièrement, dans le cas de MPEG, la compression consiste essentiellement à diviser chaque image vidéo représentative d'une scène animée en 8 x 8 blocs couvrant toute l'image et à traiter successivement les 64 blocs des  
25 images successives dans un filtre ou unité *DCT* qui effectue une transformation de Fourier dont il ne retient que la partie réelle (celle de la composante en cosinus).

Puis, dans une première unité de l'ensemble de compression – décompression, constituée par un quantificateur adaptatif, les coefficients  
30 numériques de fréquence de la partie réelle des transformées de Fourier successives, ainsi déterminés, sont quantifiés pour réduire le nombre de leurs bits dans le flot binaire de « 0 » et de « 1 » et augmenter le nombre de « 0 » dans ce flot. Les variations dans le temps de la valeur de chaque même pixel, ou point-image des trames successives du signal *DC* (Discrete Cosine) sortant de  
35 l'unité *DCT*, qui sont faibles en général, sont déterminées, cette opération de

détermination de signaux binaires de variation ou différence pour chaque pixel et la substitution de ces signaux binaires aux signaux *DC* diminuent encore la taille des signaux numériques de pixel dans le flux de données transmis et augmente la proportion de « 0 » dans ce flux.

5           On réalise ensuite, dans la deuxième unité de l'ensemble de compression – décompression, constituée par un codeur *RLC* (zero Run-Length-Coding) repérant les suites de « 0 » consécutifs, un codage qui transforme les signaux *DC* ainsi quantifiés en un ensemble de 8 bits, dont les 4 premiers représentent le nombre de « 0 » et les 4 derniers le nombre de bits significatifs du signal avant  
10       codage.

          Enfin, dans la troisième unité de l'ensemble de compression – décompression, constituée par un codeur de Huffman qui, au moyen d'un tableur de codage attribuant à chacun des groupes précités de 8 bits un nombre binaire à nombre de bits réduit, en particulier très réduit pour les groupes de 8  
15       bits les plus fréquents, on substitue à chaque groupe de 8 bits un nombre binaire comportant en moyenne moins de 8 bits.

          C'est le flux de ces nombres binaires sortant du codeur de Huffman qui constitue le signal, compressé par le système MPEG de compression – décompression, dans sa portion compression, signal qui contient l'essentiel des  
20       informations vidéo du signal vidéo entrant dans cette portion compression du système de compression – décompression, qui comporte comme indiqué ci-dessus un filtre *DCT* effectuant la transformation de Fourier et un ensemble de compression – décompression constitué successivement par un quantificateur adaptatif, un codeur *RLC* et un codeur de Huffman.

25           La portion décompression du système MPEG de compression – décompression utilise en sens inverse les mêmes unités : codeur de Huffman, codeur *RLC*, quantificateur adaptatif (ces trois unités constituant l'ensemble de compression – décompression) et enfin filtre *DCT*, pour obtenir finalement un signal vidéo numérique décompressé qui permet d'afficher une image vidéo  
30       assez voisine de l'image initiale, dont le signal vidéo numérique représentatif a été compressé dans la portion compression du système.

          On voit donc que, dans le système MPEG de compression – décompression, la portion de compression et la portion de décompression aux deux extrémités d'une chaîne de transmission (au sens large) ou

d'enregistrement et de lecture doivent répondre impérativement à la même norme, à savoir la norme MPEG 1 ou MPEG 2.

Un des inconvénients d'un tel système MPEG est que, dans l'image obtenue après décompression, on retrouve des parasites visuels dans les zones de contact entre les  $8 \times 8$  blocs en lesquels a été décomposée l'image initiale (effet de blocs).

La mise en œuvre des normes ou standards JPEG et MPEG 1 ou MPEG 2, avec les unités correspondantes précitées, est décrite plus complètement dans le « Product Catalog » de fall (automne) 1994 de C-Cube Microsystems à Milpitas Californie, USA.

Un autre système de compression – décompression plus récemment proposé utilise, au lieu de la transformée de Fourier classique, plus précisément de sa composante réelle en cosinus, un autre type de transformée, à savoir celle en ondelettes.

Pour ce faire, on introduit, dans la transformée de Fourier, la notion de localisation et, au lieu de comparer la totalité du signal à traiter (en particulier du signal vidéo numérique à compresser) à des sinusoïdes de longueur infinie de toutes les fréquences possibles, l'amplitude associée à chacune des fréquences représentant l'importance respective de l'onde sinusoïdale de cette fréquence dans la décomposition du signal traité (cas de la transformée de Fourier classique). on introduit (dans le cas de la transformée en ondelettes) une fenêtre temporelle de taille fixe qui délimite l'intervalle d'analyse et on compare, à l'intérieur de cette fenêtre, le signal à décomposer à un signal oscillant dont on fait varier la fréquence ; il suffit alors de faire glisser la fenêtre sur toute la durée du signal à décomposer pour effectuer une analyse complète de celui-ci.

L'analyse par ondelettes est décrite, par exemple, dans un article intitulé « L'analyse par ondelettes » par Yves Meyer, Stéphane Saffard et Olivier Rioul dans la revue « Science » de septembre 1987 (n° 119), pages 28 à 37, et dans un article intitulé « Les ondelettes : une alternative à l'analyse de Fourier » par Philippe Corvisier dans la revue « Électronique » d'avril 1997 (n° 69), pages 47 à 50.

La société américaine « Analog Devices » a réalisé un système de compression – décompression de signaux vidéo numériques qui, dans une première phase, réalise le codage des signaux vidéo numériques à traiter en mettant en œuvre l'analyse par ondelettes dans un filtre à ondelettes qui

constitue la première unité du système (précédée éventuellement, à savoir dans le cas où le signal à compresser n'est pas déjà du type  $Y$ ,  $Cb$ ,  $Cr$ , par une unité préliminaire de conversion du signal vidéo numérique en signal du type  $Y$ ,  $Cb$ ,  $Cr$ , ces trois symboles représentent, de manière classique, la composante  
 5 luminance, la composante de chrominance bleue, moins luminance, et la composante de chrominance rouge, moins luminance, respectivement du signal vidéo couleur), et, dans une seconde phase, réalise la compression des signaux codés dans la première phase, au moyen d'un ensemble de compression – décompression (à quantificateur adaptatif, codeur  $RLC$  et codeur de Huffman)  
 10 du même type que celui mis en œuvre dans les systèmes MPEG.

Un tel système de compression – décompression de la société « Analog Devices », qui est désigné « ADV 601 », est décrit dans un article intitulé « Un circuit de compression vidéo utilisant les ondelettes » par Patrick Butler dans la revue « Électronique » d'avril 1997 (n° 69), pages 51 à 59 (à la suite de l'article  
 15 précité de Philippe Corvisier).

Un tel système « ADV 601 » est illustré (en ce qui concerne le traitement du signal vidéo, essentiellement décrit ici) sur la figure 1, qui distingue la portion de compression  $PC$  et la portion de décompression  $PD$ , et il comporte, pour compresser un signal vidéo numérique de type  $Y$ ,  $Cb$ ,  $Cr$  et pour  
 20 décompresser un signal ainsi compressé, successivement en série de gauche à droite pour la compression et de droite à gauche pour la décompression :

1. Un filtre à ondelettes  $FO$ , qui est basé sur la transformée en ondelettes bi-orthogonales 7-9, au moyen de filtres passe-haut  $PH$  (à 7 prises) et de filtres passe-bas  $PB$  (à 9 prises) disposés en arbre ou cascade (figure 2), la  
 25 transformation s'effectuant trame par trame du signal vidéo numérique d'entrée à compresser, désigné  $VN$ , en  $Y$ ,  $Cb$ ,  $Cr$ . On obtient ainsi 14 images à trois composants  $Y$ ,  $Cb$ ,  $Cr$ , soit 42 sous-images, à savoir 14 pour la luminance, 14 pour la couleur bleue et 14 pour la couleur rouge. L'arbre de filtres passe-bas et passe-haut, qui comporte également des « décimateurs »  
 30  $DE$ , supprimant la moitié de l'information, soit en  $X$ , soit en  $Y$  (comme indiqué sur la figure 2), fournit des signaux qui mettent en œuvre un diagramme de Mallat à 14 cases ou blocs  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , ...,  $M$ ,  $N$  (figure 3). Sur la figure 2, on a illustré les cinq étages, dans lesquels l'échelle est divisée par 4 (deux en  $X$  et deux en  $Y$ ), avec les blocs  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , ...,  $M$ ,  $N$  correspondant aux  
 35 blocs du diagramme de Mallat, ainsi que la coordonnée,  $X$  ou  $Y$ , traitée par

chaque filtre *PB* ou *PH* et chaque décimateur *DE* de suppression de la moitié (indiquée par le chiffre 2).

On notera que le filtre à ondelettes *FO* ne réalise aucune compression, mais seulement une conversion du signal vidéo numérique d'entrée *VN* en 42 sous-images correspondant aux 14 blocs *A, B, C...M, N* du diagramme de Mallat pour les 3 composantes *Y, Cb, Cr* ( $42 = 14 \times 3$ ).

Dans sa portion de décompression, le filtre à ondelettes *FO* effectue une conversion des 42 sous-images de Mallat en un signal vidéo numérique de sortie décompression *VD*.

2. Un ensemble de compression – décompression *ECD* qui, dans la partie compression *PC*, réalise une véritable compression et, dans la partie décompression *PD*, une véritable décompression.

Cet ensemble *ECD*, qui reçoit, dans sa portion compression, le signal *VM* à 42 sous-images, type Mallat, issu de la portion compression du filtre à ondelettes *FO*, débite en sortie le signal numérique compressé *NC* qui renferme toutes les caractéristiques essentielles du signal vidéo numérique d'entre *VN* de l'ADV 601.

L'ensemble de compression – décompression *ECD* (figure 1) de l'ADV 601 est constitué de manière analogue à l'ensemble de compression – décompression d'un système MPEG décrit ci-dessus, c'est-à-dire comprend :

a) un quantificateur adaptatif *QA* qui reçoit le signal *VM* précité sortant du filtre à ondelettes *FO* et en déduit 42 valeurs (pour les 42 sous-images et donc les 14 blocs du diagramme de Mallat, chacun avec les 3 composantes *Y, Cb, Cr*) ; ce quantificateur *QA* comprend 42 quantificateurs élémentaires, optimaux pour ces 42 sous-images, c'est-à-dire pour chaque trame vidéo, le calcul des quantificateurs étant effectué par un processeur particulier de type connu (non représenté) pendant la période de retour vertical de trame ; il ne résulte un signal *VM'*, disponible en sortie du quantificateur *QA* ;

b) un codeur *CL* de type *RLC* (Run-Length-Coding) qui code, comme dans les systèmes MPEG, les signaux successifs d'entrée (*VM'* dans ce cas) pour leur attribuer un signal binaire de sortie *VM''* à 8 bits, dont les 4 premiers représentent le nombre de « 0 » consécutifs et les 4 derniers indiquent le nombre de bits significatifs après cette série de « 0 » consécutifs ; et

c) un codeur *CH*, du type codeur de Huffman, qui, comme dans un système MPEG, attribue, à chaque bloc de 8 bits du signal *VM''* en provenance du codeur *CL*, un numéro de code à nombre réduit de bits, notamment pour les blocs les plus usuels, le signal de sortie *NC* du codeur *CH* constituant la sortie compression de l'ensemble de compression – décompression *ECD* et en définitive celui de l'ADV 601, après d'éventuelles adaptations.

Sur la figure 1. on a représenté par des flèches en trait plein, de la gauche vers la droite, la progression des signaux (*VN*, *VM*, *VM'*, *VM''*, *NC*) dans la portion compression *PC* et par des flèches en traits interrompus, de la droite vers la gauche, la progression des signaux (*NC*<sub>1</sub>, *VM''*<sub>1</sub>, *VM'*<sub>1</sub>, *VM*<sub>1</sub>, *VD*) dans la portion de décompression *PD*.

La décompression d'un signal numérique compressé *NC*<sub>1</sub>, qui s'effectue en sens inverse de la compression d'un signal vidéo numérique d'entrée *VN*, est effectuée successivement par les unités *CH*, *CL*, *QA*, puis *FO*, de l'ADV 601, dans leur fonctionnement en inverse, comme expliqué dans l'article précité de Patrick Butler.

La présente invention vise à perfectionner les systèmes antérieurs, type JPEG, MPEG et ADV 601 afin de réduire encore plus la largeur de bande passante du signal numérique compressé et/ou d'améliorer la qualité de l'image qu'on peut obtenir à partir de ce signal compressé lorsqu'on la compare à l'image correspondante représentée par le signal vidéo numérique avant compression.

L'invention met en œuvre, comme l'ADV 601, un filtre à ondelettes et un ensemble de compression – décompression, comportant en particulier un quantificateur adaptatif, un codeur *RLC* et un codeur de Huffman, mais, au lieu de traiter, dans la voie ou portion de compression de cet ensemble, la sortie du filtre à ondelettes, qui réalise le codage en une première phase de traitement, elle fait subir au signal sortant du filtre à ondelettes un traitement de première compression, par mise en œuvre du procédé et du dispositif de localisation d'une zone en mouvement relatif dans une scène observée et de détermination de la vitesse et de la direction orientée du déplacement faisant l'objet de la demande de brevet français déposée le 26 juillet 1996 et publiée sous le n° 2.751.772 et dans la demande de brevet international PCT publiée sous le n° WO 98-05002 et déposée le 22 juillet 1997 en invoquant la priorité de ladite demande de brevet français (demandes désignant le même inventeur que la

présente demande), ce qui fournit à l'ensemble de compression – décompression, qui seul réalise la compression dans l'ADV 601, un signal déjà compressé. différent de celui que reçoit cet ensemble dans un tel ADV 601.

En inverse, dans la voie ou portion de décompression, l'invention  
 5 prévoit, en sortie décompression de l'ensemble de compression – décompression, une décompression supplémentaire du signal de sortie de cet ensemble, qui réalise l'opération inverse de celle réalisée dans la voie ou portion de compression, par mise en œuvre des demandes de brevet précitées, et débite à l'entrée inverse du filtre à ondelettes le signal ainsi traité en décompression  
 10 supplémentaire.

D'un autre côté, la demande de brevet international précitée mentionne, avec référence à sa figure 22, qu'on peut utiliser un composant du type ADV 601, en relation avec un diagramme de Mallat, pour prendre en compte une plus large gamme des vitesses de déplacement d'une zone en déplacement relatif  
 15 dans une scène observée, zone qu'on détermine et dont on apprécie la direction orientée et la vitesse de déplacement selon cette demande de brevet international, et à cet effet ladite demande propose de réaliser une compression en ne traitant que les images partielles du diagramme de Mallat obtenues au moyen d'une unité ADV 601 complète disposée à l'entrée du dispositif selon  
 20 ladite demande.

On voit donc que, dans le cadre de la disposition selon la figure 22 de la demande de brevet international précitée, le composant ADV 601 est utilisé tel quel, dans sa totalité, pour réaliser la compression, avec obtention d'un diagramme de Mallat, d'un signal numérique représentatif, pixel par pixel,  
 25 d'une vitesse de déplacement d'une zone dans une scène observée lorsque cette vitesse est très élevée, afin de réduire le nombre de bits de ce signal nécessaires pour représenter une telle vitesse très élevée.

On notera que, dans ce qui suit, l'expression « ensemble de compression – décompression » désigne normalement un ensemble apte à réaliser, en direct,  
 30 la compression de signaux numériques à compresser et, en inverse, la décompression de signaux numériques à décompresser, notamment dans un système de compression de signaux vidéo numériques et de décompression de signaux numériques compressés dans la norme du système, notamment dans les applications de télécommunication, telles que vidéoconférences, visiophonie,  
 35 dans lesquelles chaque terminal réalise la compression et la décompression,

mais que, dans le cas où un poste ne réalise qu'une des deux opérations de compression ou de décompression, cette expression « ensemble de compression – décompression » peut désigner un ensemble réalisant seulement une compression, par exemple dans le cas d'un poste d'enregistrement CDV, vidéo cassette ou autre support, ou au contraire un ensemble réalisant seulement une décompression, par exemple, dans le cas d'un appareil lecteur de CDV, de bande magnétique dans un magnétoscope ou autre support. Il peut être avantageusement constitué par un quantificateur adaptatif, un codeur de type *RCL* et un codeur de Huffman en série.

Tenant compte de cet état de la technique, constitué par les systèmes JPEG, MPEG 1, MPEG 2, avec filtre à transformées de Fourier, d'une part, et par le composant ADV 601, avec filtre à ondelettes, y compris son application dans la demande de brevet international précitée d'autre part, la présente invention vise à réaliser un système de compression – décompression effectuant, en compression, un codage de la sortie d'un filtre à ondelettes afin de substituer, aux signaux de sortie de ce filtre représentant des images et/ou les contours de la scène observée (à différentes définitions selon le diagramme de Mallat), des signaux numériques représentatifs des zones en mouvement, c'est-à-dire en déplacement, dans cette scène en cas de zones limitées en déplacement, tout en transmettant lesdits signaux de sortie du filtre à ondelettes sans modification au cas où l'étendue des zones en déplacement est trop importante et correspond par exemple à un début de plan dans le signal vidéo numérique traité par ledit filtre.

On notera que le filtre à ondelettes de l'ADV 601 a pour effet de réaliser un codage simplificateur qui transmet essentiellement les contours des différentes parties d'une scène (contours d'un visage, d'un corps, d'un objet etc.), tandis que, dans le cadre de l'invention, ce codage est suivi par une opération de compression qui limite l'information transmise (à l'ensemble de compression – décompression) aux déplacements des contours.

L'invention a tout d'abord pour objet un procédé de compression de données apte à traiter la succession de signaux numériques constitués par une succession de trames composites à mosaïque d'images à succession de pixels qui sont débités en sortie par un filtre à ondelettes recevant en entrée au moins la composante de chrominance d'un flux de signaux vidéo numériques, représentatifs d'une succession de trames d'images vidéo à compresser, afin d'améliorer la compression ultérieure dans un ensemble de compression finale



- de signaux numériques, caractérisé en ce qu'on applique, à ladite succession de trames composites, un traitement de codage de mouvement apte à réaliser une compression préliminaire qui ne transmet à ladite compression ultérieure que les variations dues à un déplacement dans ladite succession de trames composites,
- 5 ledit traitement de codage de mouvement consistant à appliquer successivement à ladite succession de signaux numériques débités par ledit filtre à ondelettes
- a) une opération consistant à coder lesdits signaux numériques, pixel par pixel, en fonction de la variation de la valeur de chaque pixel entre la trame traitée et la trame antérieure pour en déduire, pour chaque pixel, un bloc de quatre
- 10 groupes de signaux numériques, dont
- l'un est un signal binaire qui représente, par ses deux valeurs possibles, soit une nécessité de correction soit l'absence d'une telle nécessité,
  - un autre est également un signal binaire qui représente, par ses deux valeurs possibles, soit un déplacement soit l'absence d'un déplacement,
- 15 et
- les deux autres sont constitués chacun par un signal numérique à nombre réduit de bits, qui représentent l'un l'amplitude et l'autre la direction orientée du déplacement dans une zone d'une desdites trames composites ;
- 20 b) une opération consistant à déterminer si la proportion, dans chaque trame successive, du nombre de pixels pour lesquels ledit premier signal binaire a ladite première valeur -représentative d'une nécessité de correction - par rapport au nombre total de pixels dans la trame, dépasse un pourcentage déterminé ; et
- 25 c) une opération consistant à transmettre, trame par trame, à ladite opération finale de compression
- s'il n'y a pas de nécessité de correction, lesdits deux signaux numériques à nombre réduit de bits,
  - au contraire s'il y a nécessité de correction, le signal
- 30 numérique codé résultant de ladite opération initiale de codage.

De préférence ladite opération consistant à coder les dits signaux numériques, pixel par pixel, afin d'en déduire, pour chaque pixel, les deux groupes de signaux numériques à nombre réduit de bits, représentant l'un l'amplitude et l'autre la direction orientée du déplacement, comporte

35 successivement, trame par trame,

- 5 un traitement temporel, dans lequel on compare, pour chaque pixel, la valeur de celui-ci à sa valeur juste antérieure, lissée au moyen d'une « constante de temps » qu'on fait varier au cours du temps pour optimiser le lissage, afin de déterminer deux paramètres, significatifs de la variation temporelle de valeur du pixel, paramètres variables dans le temps et représentés par deux signaux numériques, à savoir un premier signal binaire *DP*, dont une première valeur représente le dépassement d'un seuil déterminé par ladite variation et une seconde valeur le non-dépassement de ce seuil par ladite variation, et un second signal

10 numérique *CO*, à nombre réduit de bits, représentatif de la valeur instantanée, pour ledit pixel, de ladite constante de temps,
- 15 un traitement spatial des valeurs, pour une trame donnée, desdits deux signaux numériques *DP* et *CO* pour déterminer les zones en déplacement dans lesquelles à la fois ledit premier signal *DP* présente ladite première valeur représentative de dépassement dudit seuil et ledit second signal *CO* varie d'une manière significative entre pixels voisins, et
- 20 un traitement pour déduire, desdites zones en déplacement, d'une part, ladite première valeur, représentative d'un déplacement, pour ledit autre signal binaire et, d'autre part, les valeurs numériques des deux groupes numériques parmi lesdits quatre groupes de signaux numériques.

Corrélativement, l'invention a également pour objet un procédé de décompression de données pour traiter une succession de signaux numériques codés selon ledit procédé de compression de données précité, apte à réaliser, entre une opération de décompression initiale dans un ensemble de

25 décompression et une opération finale de décodage dans un filtre à ondelettes, caractérisé en ce qu'on applique, à la succession de signaux numériques résultant de ladite première décompression et comportant, pour chaque pixel des signaux vidéo numériques, quatre groupes de signaux numériques - dont deux sont des signaux binaires, représentant par leur deux valeurs possibles l'un la

30 nécessité ou non d'une correction et l'autre un déplacement ou non, et deux sont des signaux à nombre réduit de bits, représentant l'un l'amplitude et l'autre la direction orientée du déplacement - une opération de décompression supplémentaire consistant à restituer, à partir de cette succession, une succession de signaux numériques correspondant au balayage de trames

35 composites d'une mosaïque d'images et aptes à être décryptés en une succession

de signaux vidéo numériques par ledit filtre à ondelettes fonctionnant en inverse.

De préférence, on réalise ladite opération de décompression supplémentaire par un traitement consistant

- 5 - à faire normalement circuler, en une boucle, une trame desdits quatre groupes de signaux se présentant en entrée à la suite de l'opération de décompression initiale, tant que les deux signaux binaires représentent simultanément une absence de correction et une absence de mouvement,
- à substituer, dans ladite boucle, à cette trame en circulation une nouvelle
- 10 trame, avec de nouvelles valeurs de pixels, desdits signaux en provenance de l'opération de décompression initiale qui se présente en entrée, au cas où le signal binaire de correction indique la nécessité d'une correction,
- à effectuer, dans une matrice carrée, dont le nombre de lignes et de colonnes est plus petit que le nombre de lignes et de colonnes d'une trame et à travers
- 15 laquelle circulent lesdits signaux groupes de quatre signaux d'une trame, au cas où le signal binaire de correction indique une absence de correction tandis que ledit autre signal binaire de déplacement indique un déplacement, une opération de translation des pixels en déplacement dans ladite matrice depuis leur position jusqu'à la position centrale de pixel à l'intérieur ladite
- 20 matrice, et
- à effectuer une extraction des signaux circulant dans ladite boucle, en aval de l'entrée dans ladite boucle des trames desdits quatre groupes.

L'invention a également pour objet un dispositif de compression de données apte à traiter la succession de signaux numériques, constitués par une

25 succession de trames composites à mosaïque d'images à succession de pixels qui sont débités en sortie par un filtre à ondelettes recevant en entrée au moins la composante de chrominance d'un flux de signaux vidéo numériques, représentatifs d'une succession de trames d'images vidéo à compresser, afin d'améliorer la compression ultérieure dans un ensemble de compression finale

30 de signaux numériques, caractérisé en ce qu'il comporte un ensemble de codage de mouvement apte à réaliser, sur ladite succession de trames composites, une compression préliminaire qui ne transmet que les variations, dues à un déplacement dans ladite succession de trames composites, ledit ensemble de codage en mouvement comportant en combinaison

- a) des moyens pour coder lesdits signaux numériques, pixel par pixel, en fonction de la variation de valeur de chaque pixel entre la trame traitée et la trame antérieure, pour en déduire un bloc de quatre signaux numériques dont
- l'un est un signal binaire qui représente, par ses deux valeurs possibles, soit une nécessité de correction soit l'absence d'une telle nécessité,
  - un autre est également un signal binaire qui représente, par ses deux valeurs possibles, soit un déplacement soit une absence de déplacement, et
  - les deux autres sont constitués chacun par un signal numérique à nombre réduit de bits, qui représentent l'un l'amplitude et l'autre la direction orientée de déplacement dans une zone d'une desdites trames composites
- b) des moyens pour déterminer si la proportion dans chaque trame successive, du nombre de pixels pour lesquels ledit premier signal binaire a ladite première valeur - représentative d'une nécessité de correction - par rapport au nombre total de pixels dans la trame, dépasse un pourcentage déterminé ; et
- c) des moyens pour transmettre, trame par trame, ou audit ensemble de compression finale
- s'il n'y a pas de nécessité de correction, lesdits deux signaux numériques à nombre réduit de bits,
  - au contraire s'il y a nécessité de correction, le signal numérique codé résultant de ladite opération initiale de codage
- De préférence ledit ensemble de codage de mouvement apte à réaliser une compression préliminaire comporte
- des moyens de traitement temporel dans lequel on compare, pour chaque pixel, la valeur de celui-ci à sa valeur juste antérieure, lissée au moyen d'une « constante de temps » qu'on fait varier au cours du temps pour optimiser le lissage, afin de déterminer deux paramètres, significatifs de la variation temporelle de valeur du pixel, paramètres variables dans le temps et représentés par deux signaux numériques, à savoir un premier signal binaire *DP*, dont une première valeur représente le dépassement d'un seuil déterminé par ladite variation et une seconde valeur le non-dépassement de ce seuil par ladite variation, et un second signal numérique *CO*, à nombre réduit de bits, représentatif de la valeur instantanée, pour ledit pixel, de ladite constante de temps,

- des moyens de traitement spatial des valeurs, pour une trame donnée, desdits deux signaux numériques *DP* et *CO* pour déterminer les zones en déplacement dans lesquelles à la fois ledit premier signal *DP* présente ladite première valeur représentative de dépassement dudit seuil et ledit second signal *CO* varie d'une manière significative entre pixels voisins, et
- des moyens pour déduire, desdites zones en déplacement, d'une part, ladite première valeur, représentative d'un déplacement, pour ledit autre signal binaire et, d'autre part, les valeurs numériques des deux groupes numériques parmi lesdits quatre groupes de signaux numériques.

Corrélativement l'invention a aussi pour objet un dispositif de décompression des données pour traiter une succession de signaux numériques codés selon ledit procédé de compression de données précité, apte à réaliser, entre un ensemble de décompression initiale de données, dont il reçoit l'entrée, et un filtre à ondelettes fonctionnant en inverse, qui reçoit la sortie dudit dispositif, caractérisé en ce qu'il comprend, pour traiter la succession de signaux numériques reçue dudit ensemble de décompression et comportant, pour chaque pixel des signaux vidéo numériques, quatre groupes de signaux numériques - dont deux sont des signaux binaires, représentant par leur deux valeurs possibles l'un la nécessité ou non d'une correction et l'autre un déplacement ou non, et deux sont des signaux à nombre réduit de bits, représentant l'un l'amplitude et l'autre la direction orientée du déplacement - un ensemble de décodage en déplacement apte à décoder la succession desdits quatre groupes de signaux numériques et à débiter, en fonction de ceux-ci, sur l'entrée décodage dudit filtre à ondelettes fonctionnant en inverse, une succession de signaux décodés en déplacement, mais codés en trames composites.

De préférence ledit ensemble de décodage en déplacement comprend en combinaison

- des moyens pour faire normalement circuler, en une boucle, une trame desdits quatre groupes de signaux reçus dudit ensemble de décompression initiale, tant que les deux signaux binaires desdits groupes d'une trame représentent simultanément une absence de correction et une absence de mouvement,
- des moyens pour substituer, dans ladite boucle, à cette trame en circulation une nouvelle trame, avec de nouvelles valeurs de pixels, qui

arrive dudit ensemble de décompression initiale, au cas où le signal binaire de correction indique la nécessité d'une correction,

- des moyens pour effectuer, dans une matrice carrée, dont le nombre de lignes et de colonnes est plus petit que le nombre de lignes et de colonnes d'une trame, et à travers laquelle circulent lesdits groupes de quatre signaux d'une trame. - au cas où le signal binaire de correction indique une absence de correction tandis que le signal binaire de mouvement indique un déplacement, une opération de translation des pixels en déplacement dans ladite matrice depuis leur position jusqu'à la position centrale de pixel dans ladite matrice, et
- des moyens pour extraire les signaux circulant dans ladite boucle, en aval de l'entrée dans ladite boucle des trames desdits quatre signaux.

L'invention concerne également :

- un procédé intégré de compression de données comportant le procédé précité de traitement de compression préliminaire, appliqué aux signaux de sortie d'un filtre à ondelettes avant l'alimentation d'un ensemble de compression finale ;
- un dispositif intégré de compression de données comportant un dispositif précité de traitement de compression préliminaire, entre un filtre à ondelettes et un ensemble de compression finale ;
- un procédé intégré de décompression de données comportant le procédé précité de traitement de décompression supplémentaire, appliqué aux signaux de sortie d'un ensemble de décompression initiale avant l'alimentation d'un filtre à ondelettes fonctionnant en inverse ; et
- un dispositif intégré de décompression de données comportant le dispositif précité de traitement de décompression supplémentaire entre un ensemble de décompression initiale et un filtre à ondelettes fonctionnant en inverse.

Les procédés de compression et de décompression, d'une part, et les dispositifs de compression et de décompression, d'autre part, peuvent être intégrés entre eux.

De ce fait l'invention a, en outre, pour objet un procédé tant de compression de signaux vidéo numériques que de décompression de signaux numériques compressés par un tel procédé de compression, procédé opérant trame par trame des signaux vidéo numériques à compresser et des signaux numériques à décompresser en signaux vidéo numériques,

qui consiste, à faire subir

- pour la compression, à la succession de signaux vidéo numériques à compresser,
  - une opération initiale de codage spatial pour transformer chaque trame unitaire, représentée dans ladite succession de signaux et qui correspond à la totalité d'une image initiale, en une trame composite constituée par une mosaïque d'images de plus petite dimension que ladite image initiale, mais qui représentent chacune des informations plus limitées que celles contenues dans ladite image initiale, avec conservation des différents contours de l'image initiale, et
  - une opération finale de compression pour réduire le nombre de bits représentatifs de chaque pixel de chaque trame composite,
- et pour la décompression, à la succession de signaux de pixels à nombre de bits réduit dans un signal compressé,
  - une opération initiale de décompression consistante à effectuer l'opération inverse de ladite opération finale de compression pour obtenir une représentation de chaque pixel d'une trame composite à mosaïque d'images au moyen d'un nombre de bits plus grand, et
  - une opération finale de décodage pour déduire, à partir des signaux numériques représentatifs d'une telle trame composite à mosaïque d'images, des signaux vidéo numériques représentatifs d'une trame unitaire correspondant à la totalité d'une image, et qui est caractérisé en ce que,
- pour la compression, on applique, à la succession de signaux numériques représentatifs des pixels de ladite trame composite à mosaïque d'images, entre ladite opération initiale de codage spatial et ladite opération finale de compression, successivement
  - une opération de compression préliminaire consistant à coder lesdits signaux numériques, pixel par pixel, en fonction de la variation de la valeur de chaque pixel entre la trame traitée et la trame antérieure pour en déduire, pour chaque pixel, un bloc de quatre groupes de signaux numériques, dont
    - l'un est un signal binaire qui représente, par ses deux valeurs possibles, soit une nécessité de correction soit l'absence d'une telle nécessité,

- un autre est également un signal binaire qui représente, par ses deux valeurs possibles, soit un déplacement soit l'absence d'un déplacement, et
- les deux autres comportent chacun un signal numérique à nombre réduit de bits qui représente l'un l'amplitude et l'autre la direction orientée du déplacement dans une zone de la trame composite,
- 5 • une opération consistant à déterminer si la proportion, dans chaque trame successive, du nombre de pixels pour lesquels ledit premier signal binaire a ladite première valeur, représentative d'une nécessité de correction, par rapport au nombre total de pixels dans la trame, dépasse un pourcentage déterminé, et
- 10 • une opération consistant à transmettre, trame par trame, à ladite opération finale de compression
  - s'il n'y a pas de nécessité de correction, lesdits deux signaux numériques à petit nombre de bits,
  - 15 - au contraire, s'il y a nécessité de correction, le signal numérique codé résultant de ladite opération de codage spatial,
- et pour la décompression,
  - 20 • on applique, à la succession de quatre groupes de signaux numériques décompressés dans ladite opération initiale de décompression, représentant les trames composites successives à mosaïque d'images, entre ladite opération initiale de décompression et ladite opération finale de décodage, un traitement consistant à restituer, à partir des quatre groupes de signaux numériques, les signaux correspondant au balayage
  - 25 de trames composites d'une mosaïque d'images.
- Avantageusement on effectue
  - pour la compression
    - 30 • le codage spatial de la succession des signaux vidéo numériques à compresser en une succession de signaux numériques codés correspondant au balayage, dans chaque trame, du diagramme de Mallat et constituant la mosaïque d'images, au moyen d'un filtre à ondelettes.
    - la compression finale, au moyen d'un ensemble de compression – décompression, à quantificateur adaptatif, codeur type *RCL* et codeur *CH*, type codeur de Huffman, fonctionnant en compression,
    - 35 - et, pour la décompression,



- la décompression, au moyen dudit ensemble de compression – décompression fonctionnant en décompression,
- le décodage, au moyen dudit filtre à ondelettes fonctionnant en inverse.

De préférence :

- 5 - dans la compression, on réalise l'opération de compression préliminaire de la succession de signaux numériques codés résultant du balayage d'une trame composite à mosaïque d'images en réalisant successivement sur cette succession, trame par trame,
  - 10 • un traitement temporel, dans lequel on compare, pour chaque pixel, la valeur de celui-ci à sa valeur juste antérieure, lissée au moyen d'une « constante de temps » qu'on fait varier au cours du temps pour optimiser le lissage, afin de déterminer deux paramètres, significatifs de la variation temporelle de valeur du pixel, paramètres variables dans le temps et représentés par deux signaux numériques, à savoir un premier
    - 15 signal binaire *DP*, dont une première valeur représente le dépassement d'un seuil déterminé par ladite variation et le second le non-dépassement de ce seuil par ladite variation, et un second signal numérique *CO*, à nombre réduit de bits, représentatif de la valeur instantanée, pour ledit pixel, de ladite constante de temps,
    - 20 • un traitement spatial des valeurs, pour une trame donnée, desdits deux signaux numériques représentatifs des paramètres *DP* et *CO* pour déterminer les zones en déplacement dans lesquelles à la fois ledit premier signal *DP* présente ladite première valeur représentative de dépassement et ledit second signal *CO* varie d'une manière significative
      - 25 entre pixels voisins, et
      - on déduit, desdites zones en déplacement, d'une part, ladite première valeur, représentative d'un déplacement, pour ledit autre signal binaire et, d'autre part, les valeurs numériques des deux groupes numériques, parmi lesdits quatre groupes de signaux numériques ;
  - 30 - et dans la décompression, on réalise la décompression de la succession de signaux numériques en provenance de l'opération de décompression initiale, pour obtenir une succession de signaux numériques correspondant au balayage d'une trame composite à mosaïque d'images par un traitement consistant

- à faire normalement circuler, en une boucle, une trame desdits signaux numériques en provenance de l'opération de décompression initiale, tant que les deux signaux binaires représentent simultanément une absence de correction et une absence de mouvement,
- 5 - à substituer, dans ladite boucle, à cette trame en circulation une nouvelle trame qui arrive de ladite opération de décompression initiale, au cas où le signal binaire de correction indique la nécessité d'une correction,
- à effectuer, dans une matrice carrée, dont le nombre de lignes et de colonnes est plus petit que le nombre de lignes et de colonnes d'une trame et à travers laquelle circulent lesdits signaux décompressés, au cas où ledit signal binaire de correction indique une absence de correction tandis que ledit autre signal binaire de déplacement indique un déplacement, une opération de translation des pixels en déplacement dans ladite matrice depuis leur position jusqu'à la position centrale de pixel à l'intérieur ladite matrice, et
- 10 - à effectuer une extraction des signaux circulant dans ladite boucle en aval de l'entrée des signaux en provenance de ladite opération de décompression initiale.

L'invention a également pour objet un dispositif tant de compression d'une succession de signaux vidéo numériques que de décompression de signaux numériques compressés dans un dispositif de ce type fonctionnant en compression. dispositif qui fonctionne trame par trame des signaux vidéo numériques à compresser et des signaux numériques à décompresser et qui comporte :

- pour la compression
  - 25 • en entrée, la portion de codage d'un filtre à ondelettes dont l'entrée reçoit ladite succession de signaux vidéo numériques à compresser qui représentent une succession de trames vidéo et dont la sortie débite une succession des signaux vidéo numériques codés qui représentent une succession de trames consistant chacune en une trame composite
  - 30 constituée par une mosaïque d'images vidéo dont chacune représente une trame d'entrée, et
  - en sortie, la portion de compression d'un ensemble de compression – décompression, apte à réduire le nombre de bits représentatifs de chaque trame composite constituée par une mosaïque d'images vidéo, dont
  - 35 l'entrée reçoit la succession desdits signaux vidéo numériques codés et

dont la sortie débite un signal numérique compressé relativement à ladite succession de signaux vidéo numériques à compresser,

- et pour la décompression

- 5 • en entrée, la portion de décompression dudit ensemble de compression – décompression, dont l'entrée reçoit la succession de signaux numériques de trame composite à mosaïque d'image à décompresser et dont la sortie débite une succession de signaux numériques décompressés, mais codés en trames composites de mosaïque d'images, et
- 10 • en sortie, la portion de décodage dudit filtre à ondelettes fonctionnant en inverse dont l'entrée reçoit, sur son entrée de décodage, une succession de signaux numériques décompressés, mais codés en trame composite de mosaïque d'images, et dont la sortie débite une succession de signaux vidéo numériques aptes à reconstituer les trames unitaires entières successives correspondant aux dites trames composites,

15 caractérisé en ce que

- pour la compression,

il comporte en outre, entre la sortie de ladite portion de codage dudit filtre à ondelettes et l'entrée compression dudit ensemble de compression – décompression, un ensemble de codage de mouvement apte à réaliser une

20 compression préliminaire qui ne transmet que les variations, tant globales que dues à un déplacement limité, dans les trames composites successives en débitant sur sa sortie, pour chaque pixel de trame, un bloc de quatre signaux numériques dont

- 25 • l'un est un signal binaire qui représente, par ses deux valeurs possibles, soit une nécessité de correction soit l'absence d'une telle nécessité.
- un autre est également un signal binaire qui représente, par ses deux valeurs possibles, soit un déplacement soit une absence de déplacement, et
- 30 • les deux autres comportent chacun un signal numérique à nombre réduit de bits et représentent l'un l'amplitude et l'autre la direction orientée de déplacement dans une zone de la trame composite représentée par les signaux vidéo numériques d'entrée en provenance dudit filtre à ondelettes, et

- pour la décompression.

il comporte en outre, entre la sortie de ladite portion de décompression dudit ensemble de compression – décompression et l'entrée décodage dudit filtre à ondelettes, un ensemble de décodage en déplacement apte à décoder la succession de signaux décompressés, mais codés en trames composites, en une succession de signaux décodés en déplacement, mais codés en trames composites, dont l'entrée reçoit ladite succession de signaux décompressés et dont la sortie est connectée à l'entrée décodage dudit filtre à ondelettes pour y débiter ladite succession de signaux numériques décodés en déplacement.

10 De préférence

- en compression

ledit ensemble de codage en mouvement comporte

• des moyens de traitement temporel pour comparer, pour chaque pixel, la valeur de celui-ci à sa valeur juste antérieure, lissée au moyen d'une « constante de temps » qu'on fait varier au cours du temps pour optimiser le lissage, afin de déterminer deux paramètres, significatifs de la variation temporelle de la valeur du pixel, paramètres variables dans le temps et représentés par deux signaux numériques, à savoir un premier signal binaire *DP*, dont une première valeur représente le dépassement d'un seuil déterminé par ladite variation et la seconde valeur le non-dépassement de ce seuil par ladite variation, et un second signal numérique *CO*, à nombre réduit de bits, représentatif de la valeur instantanée, pour ledit pixel, de ladite constante de temps,

• des moyens de traitement spatial des valeurs, pour une trame donnée, des signaux numériques représentatifs des paramètres *DP* et *CO*, pour déterminer les zones en déplacement dans lesquelles à la fois ledit premier signal *DP* présente ladite première valeur représentative de dépassement et ledit second signal *CO* varie d'une manière significative entre pixels voisins, et

• des moyens pour déduire, desdites zones en déplacement, d'une part, ladite première valeur, représentative d'un déplacement, pour ledit autre signal binaire et, d'autre part, les valeurs numériques des deux groupes numériques parmi lesdits quatre groupes de signaux numériques ; et

- pour la décompression

35 ledit ensemble de décodage en mouvement comporte

- des moyens pour faire normalement circuler, en une boucle, une trame desdits signaux décompressés, mais codés, reçus de ladite portion de décompression dudit ensemble de compression – décompression tant que les deux signaux binaires représentent simultanément une absence de correction et une absence de mouvement,
- des moyens pour substituer, dans la boucle, à cette trame en circulation une nouvelle trame avec de nouvelles valeurs de pixels qui se présente, au cas où le signal binaire de correction indique la nécessité d'une correction. et
- des moyens pour effectuer, dans une matrice carrée, dont le nombre de lignes et de colonnes est plus petit que le nombre de lignes et de colonnes d'une trame, et à travers laquelle circulent lesdits signaux décompressés, une opération de translation des pixels en déplacement dans ladite matrice de leur position vers la position centrale de pixel dans celle-ci, au cas où le signal binaire de correction indique une absence de correction tandis que le signal binaire de mouvement indique un déplacement.

L'invention couvre également séparément :

- d'une part. un procédé et un dispositif de compression d'une succession de signaux vidéo numériques, mettant en œuvre les dispositions précitées pour la compression,
- et, d'autre part, un procédé et un dispositif de décompression d'une succession de signaux numériques, préalablement compressés par le procédé et le dispositif susmentionné et représentant une succession des signaux vidéo numériques, mettant en œuvre les dispositions précitées pour la décompression.

De ce fait l'invention a également pour objet :

- un procédé de compression seulement de signaux vidéo numériques, ne comportant que les opérations de compression dudit procédé tant de compression que de décompression ;
- un procédé de décompression seulement de signaux numériques compressés par un tel procédé de compression seulement, ne comportant que les opérations de décompression dudit procédé tant de compression que de décompression ;

- un dispositif de compression seulement de signaux vidéo numériques, ne comportant que les moyens de compression dudit dispositif tant de compression que de décompression ; et
- 5 - un dispositif de décompression seulement de signaux numériques, compressés par un tel dispositif de compression seulement, ne comportant que les moyens de décompression du dispositif tant de compression que de décompression.

Une telle séparation en deux dispositifs distincts, l'un pour la compression et l'autre pour la décompression, est réalisée dans certaines applications, telles que l'enregistrement et la lecture de signaux vidéo sur un support, du type laser-disc, CD-ROM, DVD, bande magnétique, disquette, disque dur, par exemple, le dispositif de compression étant utilisé pour l'enregistrement des signaux vidéo à compresser avant d'être enregistrés, en exigeant un emplacement plus réduit sur le support, tandis que le dispositif de décompression est utilisé pour la lecture d'un tel enregistrement compressé à partir d'un magnétoscope, un téléviseur, un ordinateur, un lecteur de laser-discs, CD-ROMs ou DVDs, bandes magnétiques, disquettes, disques durs, par exemple.

Par contre dans un système de visiophonie, en particulier de vidéoconférences ou sur le réseau Internet, avec utilisation de micro-caméras vidéo, on prévoit dans chaque poste d'émission – réception un dispositif complet de compression – décompression selon l'invention, plutôt que deux dispositifs distincts, l'un de compression et l'autre de décompression.

On va décrire maintenant un mode de réalisation préféré d'un dispositif de compression – décompression selon l'invention, mettant en œuvre le procédé selon l'invention et quelques applications particulières de ce procédé et ce dispositif, avec référence aux dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 illustre schématiquement un dispositif de compression – décompression du type ADV 601 à filtre à ondelettes, constituant l'état de la technique.

La figure 2 illustre la structure en arbre du filtre à ondelettes du dispositif de la figure 1.

La figure 3 représente la disposition de la mosaïque d'images d'une trame composite, selon le diagramme de Mallat, disposition résultant de la mise

en œuvre, dans sa portion de compression, du dispositif des figures 1 et 2, selon l'état de la technique.

La figure 4 illustre schématiquement un dispositif de compression – décompression selon l'invention.

5 La figure 5 représente, au moyen de blocs fonctionnels, l'unité de codage du déplacement ou mouvement de la portion compression du dispositif de la figure 4, unité qui réalise une première compression des signaux débités par un filtre à ondelettes de type connu et traités ensuite dans la portion compression d'un ensemble de compression – décompression de type connu.

10 La figure 6 représente, plus en détail, sous forme de blocs fonctionnels, ladite unité de codage du mouvement avec ses entrées et ses sorties, aussi que le filtre à ondelettes disposé en amont dans la voie de compression.

La figure 7 illustre, à titre de variante, un sous ensemble qui peut être ajouté à l'unité de la figure 6.

15 La figure 8, qui est une contrepartie de la figure 6, illustre, également au moyen de blocs fonctionnels, l'unité de décodage du mouvement, disposée dans la portion de décompression du dispositif de la figure 4, unité recevant les signaux de la portion de décompression de l'ensemble de compression – décompression de type connu et débitant dans l'entrée décodage du filtre à ondelettes.

20 Les figures 9 à 13 schématisent les opérations de décodage du mouvement dans l'unité de décodage de la figure 8,

- la figure 9 illustrant la circulation des signaux numériques, trame par trame, dans « l'unité centrale » de ladite unité de décodage, avec la matrice de traitement du mouvement,
- 25 - la figure 10 illustrant les diverses portes prévues dans ces unités et les positions de ces portes ;
- les figures 11 et 12 représentant la structure de deux telles portes ; et
- la figure 13 illustrant le traitement d'un pixel.

30 La figure 14 illustre schématiquement l'application de l'invention à un système de visiophonie avec un dispositif de compression – décompression à chaque poste.

La figure 15 représente schématiquement un dispositif d'enregistrement sur un support d'enregistrement, dispositif d'enregistrement utilisant un  
35 dispositif de compression selon l'invention.

La figure 16, enfin, représente un dispositif de lecture d'un support d'enregistrement ayant été enregistré par mise en œuvre du dispositif de la figure 15. ce dispositif de lecture comportant un dispositif de décompression selon l'invention.

- 5 Dans son mode de réalisation préféré, un dispositif selon l'invention, mettant en œuvre le procédé selon l'invention, dans un système de compression – décompression, comprend, pour la voie ou portion de compression *CP* et pour la voie ou portion de décompression *DP*, un certain nombre d'unités fonctionnelles, représentées par des blocs rectangulaires sur la figure 4, à
- 10 savoir :
- un filtre à ondelettes 11, fonctionnant en sens normal de codage dans sa voie de compression *CP* (portion supérieure de la figure 4) et en sens inverse de décodage dans sa voie de décompression *DP* (portion inférieure), ces deux
  - 15 voies étant séparées par une ligne horizontale en traits interrompus sur la figure 4 :
  - une unité d'analyse et codage du mouvement 12A fonctionnant uniquement dans la voie de compression pour réaliser une première compression des signaux en provenance dudit filtre à ondelettes ;
  - une unité de décodage et reconstitution du mouvement 12B fonctionnant
  - 20 uniquement dans la voie de décompression pour réaliser une dernière opération de décompression des données avant le filtre à ondelettes ; et
  - un ensemble de compression – décompression 13 constitué par un quantificateur adaptatif 13a, un codeur *RLC* 13b et un codeur de Huffman 13c en série, ces trois unités 13a, 13b, 13c fonctionnant tant en sens direct
  - 25 dans la voie de compression *CP* (portion supérieure de la figure 4) pour réaliser une compression qu'en sens inverse dans la voie de décompression *DP* (portion inférieure de la figure 4) pour réaliser une décompression.

Dans la voie de compression *CP*, les unités fonctionnelles 11, 12A, 13a, 13b, 13c sont connectées fonctionnellement dans cet ordre en série, comme

30 illustré par les flèches de la gauche vers la droite de la moitié supérieure de la figure 4, tandis que dans la voie de décompression *DP* les unités fonctionnelles 13c, 13b, 13a, 12B, 11 sont connectées fonctionnellement dans cet ordre en série, comme illustré par les flèches de la droite vers la gauche dans la moitié inférieure de cette figure.



Les unités 11 et 13a, 13b, 13c (ces trois dernières constituant l'ensemble de compression – décompression 13) sont de types connus, comme décrites, par exemple, dans les deux articles précités du numéro 69 d'avril 1997 de la revue « Électronique » (pages 47 à 50 et 51 à 59 respectivement) et dans le « Product Catalog » précité de C-Cube Microsystems dont les contenus sont incorporés  
 5 dans la présente description par référence ; par contre les unités 12A et 12B sont originales (du moins en ce qui concerne son adaptation à la compression de données pour l'unité 12A).

On décrira donc ci-après en détail la structure et le fonctionnement de ces  
 10 unités 12A et 12B et on reviendra sur le filtre à ondelettes 11 décrit ci-dessus avec référence aux figures 2 et 3 de l'état de la technique, du fait de son importance dans la structure et le fonctionnement de l'ensemble du système de compression – décompression selon l'invention, notamment en relation avec les unités 12A et 12B.

15 Dans la voie de compression, un filtre à ondelettes 11, par exemple tel que décrit dans l'article précité de Patrick Butler dans « Électronique » n°69 aux pages 51 à 59, reçoit sur son entrée compression 14, par exemple à partir de la sortie d'une caméra ou DCD 15, la succession de signaux vidéo numériques VN à compresser, représentant de manière classique, une succession de trames  
 20 comportant chacune une succession de lignes formées chacune par une succession de pixels ou points-images (telle que débitée par une caméra électronique ou autre dispositif de conversion d'images en signaux numériques de type vidéo, illustré en 15).

On désignera ci-après par « trames » les différents types de trames vidéo, 25 qu'elles appartiennent à un signal vidéo numérique à deux trames entrelacées par image (et dans ce cas on ne tiendra compte que des trames correspondantes successives, paires ou impaires), ou à un signal vidéo numérique à une trame unique par image.

Grâce à des filtres passe-bas et passe-haut et à des « décimateurs », ce  
 30 filtre à ondelettes 11, en réponse au signal vidéo numérique VN d'entrée, débite, sur sa sortie compression 16, pour chaque trame, un signal codé décomposé selon le diagramme de Mallat et représentatif des informations contenues dans le signal vidéo numérique d'entrée VN pour cette trame, comme expliqué avec référence aux figures 2 et 3.

Dans la voie de décompression *DP*, le filtre à ondelettes 11, qui fonctionne en inverse, à la manière connue, reçoit, sur son entrée décompression 17, un signal  $VM_1$  codé selon le diagramme de Mallat et débite, sur sa sortie décompression 18, le signal décodé  $VN_1$  qui constitue le signal de sortie du dispositif de la figure 4 dans sa voie de décompression, c'est-à-dire un signal vidéo numérique reconstitué, apte à être visualisé sur l'écran d'un moniteur vidéo, d'un poste de télévision ou analogue, ou enregistré par un enregistreur sur un support approprié (par exemple sur la bande magnétique d'une cassette vidéo au moyen d'un magnétoscope classique, sur CD, CD-ROM ou DVD). Le rectangle 19 représente un tel moniteur, enregistreur ou analogue.

Le filtre à ondelettes 11, constitué de manière connue, réalise dans sa voie de compression une décomposition en ondelettes du signal d'entrée  $VN$ ; une telle décomposition constitue une alternative améliorée de la décomposition dans les systèmes MPEG par transformée de Fourier dans le cas du traitement des signaux vidéo numériques, qui sont des signaux non stationnaires à large bande.

Il comprend des filtres compacts passe-bas et passe-haut à réponse impulsionnelle finie, comme illustré sur la figure 2, sur laquelle on a représenté un arbre ou cascade de tels filtres à savoir  $Hx$  passe-haut en  $x$ ,  $Bx$  passe-bas en  $x$ ,  $Hy$  passe-haut en  $y$  et  $By$  passe-bas en  $y$  et de supprimeurs de la moitié des sorties de ces filtres, ces supprimeurs étant référencés soit  $x/2$  pour la division par 2, avec suppression, en  $x$  aux sorties des filtres en  $x$ , soit  $y/2$  pour la division par 2, avec suppression, en  $y$  aux sorties des filtres en  $y$ , les paramètres  $x$  et  $y$  étant les coordonnées orthogonales des deux dimensions de l'image dans le plan de représentation des signaux vidéo numériques.

Les diviseurs  $x/2$  et  $y/2$ , réalisant la suppression de la moitié de l'information reçue et donc conservation seulement de la moitié des échantillons reçus, sont généralement appelés « décimateurs ».

Sur la figure 2, illustrant l'essentiel de la structure du filtre à ondelettes 11, l'entrée  $VN$  est constituée par les trois composantes  $Y$ ,  $Cb$  et  $Cr$ , à savoir de luminance, de couleur bleue (moins luminance) et de couleur rouge (moins luminance), respectivement, du signal vidéo numérique à trames successives de même nature, tandis que les sorties  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$ ,  $F$ ,  $G$ ,  $H$ ,  $I$ ,  $J$ ,  $K$ ,  $L$ ,  $M$ ,  $N$  correspondent aux blocs de même dénomination du diagramme de Mallat de la figure 3, sur laquelle ces blocs sont des portions d'image de taille décroissante

par échelons représentant chacun l'image totale  $Z$  du signal vidéo numérique  $VN$ , mais avec des définitions différentes, décroissant de  $A$  à  $N$ .

Les composantes précitées  $Y$ ,  $Cb$  et  $Cr$  sont traitées successivement, trame après trame, par l'arbre des filtres : il en résulte, pour chacune de ces trois  
 5 composantes, 14 sous-images pour les 14 blocs ou zones  $A, B...M, N$ , soit au total  $14 \times 3 = 42$  sous-images, à la place de l'image totale  $Z$ . En d'autres termes l'image totale  $Z$ , avec ses trois composantes  $Y, Cb, Cr$ , est décomposé en 14 sous-images qui résultent de l'association des trois composantes  $Y, Cb, Cr$  de chacun des 14 blocs. L'image originale, réduite après filtrages et décimations  
 10 successives, est localisée dans chaque bloc, en particulier dans le bloc  $N$ , avec des définitions décroissantes par échelons de  $A$  à  $N$ .

On remarquera que le filtre à ondelettes 11, illustré sur la figure 2, ne réalise qu'un codage, par décomposition de chacune des 3 composantes précitées en 14 sous-images  $A, B...M, N$  selon le diagramme de Mallat de la  
 15 figure 3, sans aucune compression du total des signaux vidéo numériques mis en œuvre, le nombre de pixels utilisés pour représenter les 14 zones ou blocs  $A, B...M, N$  étant identiques à celui que comprenait l'image originale  $Z$  et donc le signal vidéo numérique d'entrée  $VN$ , pour chaque composante  $Y, Cb$  et  $Cr$ .

Si aucune compression d'information n'a encore eu lieu, par contre  
 20 l'image ayant été transformée en 14 sous-images pour chaque composante, il est possible de traiter de manière privilégiée les contours des formes présentes dans l'image (telles qu'une personne, un visage, un animal, un objet), les zones unies de l'image, à l'intérieur des contours, étant représentées par des valeurs nulles (« zéros » dans le signal numérique de sortie  $VM$  en code binaire constitué par  
 25 une succession de « zéros » et de « uns »). C'est la représentation numérique, correspondant au diagramme de Mallat, (à la place de la représentation numérique de l'image totale  $Z$  par le signal vidéo numérique d'entrée  $VN$  du dispositif des figures 1 et 4, et donc du filtre à ondelettes 11) qui constitue le signal de sortie  $VM$  du filtre à ondelettes 11 et donc l'entrée de l'unité 12A.

30 La sortie codée par le filtre à ondelettes 11, comportant en tout 42 blocs, à savoir 14 blocs pour chacune des 3 composantes  $Y, Cb, Cr$ , c'est-à-dire le signal  $VM$  (figure 4), est appliquée à l'entrée 20 d'une unité d'analyse et de codage du mouvement 12A qui comporte essentiellement (figure 5) trois ensembles fonctionnels, à savoir un ensemble de calcul du mouvement 21, un  
 35 ensemble 22 d'unités de retard et un ensemble de validation des pixels 23 (dont

les structures et les fonctions seront expliquées ci-après avec référence aux figures 6 et 7), tandis que la sortie 24 de l'unité 12A est connectée à l'entrée compression 25 de l'ensemble de compression – décompression 13 pour transmettre à celle-ci le signal de sortie *VP* de l'unité 12A d'analyse et de compression du mouvement.

Les ensembles 21 et 22 reçoivent en parallèle le signal *VM* débité par le filtre à ondelettes pour être traité dans l'unité d'analyse et de codage du mouvement 12A (ou 21-22-23), tandis que l'ensemble 23 reçoit les sorties des ensembles 21 et 22 et débite le signal *VP* qui constitue la sortie, disponible en 24, de ladite unité 12A et qui sera compressé dans l'ensemble 13.

L'unité 12A de la figure 5 effectue par son ensemble 21 un calcul du mouvement ou déplacement relatif dans l'image codée à 14 sous-images de *A* à *N*, présente dans le signal *VM*, en débitant sur sa sortie 25 un signal *VQ* représentatif tant de la direction orientée, ou sens, du déplacement que de la vitesse ou amplitude de ce déplacement, pixel par pixel, dans l'image, tandis que l'ensemble 22 applique une série de retards au signal *VM* afin d'obtenir sur sa sortie 26 essentiellement un signal *VM'* constitué par le signal *VM* retardé d'une durée égale à la durée de traitement dans l'ensemble 21, les signaux *VQ* et *VM'* étant donc synchrones, c'est-à-dire que chaque pixel du signal d'origine *VM* retardé dans l'unité 22 et représenté dans le signal *VM'* arrive sur l'entrée 27 de l'ensemble 23 exactement en même temps que le même pixel de ce signal *VM* traité dans l'ensemble 21 et représenté dans le signal *VQ* arrive sur l'entrée 28 de cet ensemble 23 qui débite finalement en 24 un signal *VP* constitué soit par le signal *VQ* représentatif du sens et de la vitesse de déplacement en cas de déplacement limité (par exemple pendant la durée d'une « séquence » ou « scène », sans changement de plan ou de séquence, du « film » représenté par la succession des trames dans le signal *VM*) soit par le signal *VM'*, qui est en fait le signal *VM* retardé sans modification, en cas de déplacement important (par exemple à l'occasion d'un changement de plan ou d'un début de séquence dans ledit « film »).

Par conséquent, au début de chaque séquence, la sortie 24 de l'unité d'analyse et de codage du mouvement 12A débite, comme signal *VP*, le signal *VM* arrivant en 20 depuis la sortie du filtre à ondelettes 15, mais retardé de la durée de traitement de *VM* dans 21, c'est-à-dire le signal *VM'*, tandis qu'ensuite, pendant tout le cours de cette séquence, en l'absence de changement de plan

brusque, la sortie 24 débite, comme signal  $VP$ , le signal quantifié  $VQ$  qui représente, pour chaque pixel, la modification (limitée) de celui-ci, du fait d'un déplacement (limité), quantifiée en sens et en vitesse ou amplitude (déplacement de personnage (s) ou d'objet(s), travelling, zooming).

5 En fait le signal  $VQ$  est constitué (comme exposé ci-après) par une succession d'identificateurs  $Ix, y, t + r$  pour chaque portion de pixel, de coordonnées cartésiennes  $x$  et  $y$  et à l'instant  $t + r$ ,  $t$  étant l'instant d'arrivée du pixel en 20 et  $r$  le retard entraîné par son traitement dans l'ensemble de calcul du mouvement 21, tandis que le signal  $VM'$  est constitué par une succession de  
10 signaux de pixels  $Px, y, t + r$  synchrones des identificateurs  $Ix, y, t + r$ .

La figure 6 illustre, plus en détail que la figure fonctionnelle 5, l'unité d'analyse et de codage du mouvement 12A de la figure 4 et permet de détailler les signaux  $I$  et  $P$ .

15 Sur la figure 6 on a tout d'abord illustré le filtre à ondelettes 11 avec sa portion 11y, qui traite la composante luminance  $Y$ , ses portions 11r et 11b, qui traitent respectivement les composantes de couleur rouge et bleue  $Cr$  et  $Cb$ , et son séquenceur vidéo 11c assurant - grâce aux signaux  $SCZ$  et  $HPix$ , respectivement de séquencement (faisant partie, de manière classique, du signal  
20 vidéo) et d'horloge (provenant d'une horloge, non représentée, débitant des impulsions d'horloge à la cadence des pixels) - le synchronisme de traitement des trois composantes  $Y, Cr$  et  $Cb$ .

On notera que l'on ne décrira que le traitement du signal d'image dans le cadre de l'invention, en ne s'occupant pas du signal audio.

25 Le signal composite  $VM$  des figures 4 et 5 est constitué en fait par ses trois composantes  $VMY, VMr$  et  $VMb$  pour la luminance, la couleur rouge et la couleur bleue, débitées par les portions 11y, 11r et 11b respectivement du filtre à ondelettes 11.

30 Seule la composante  $VMY$  arrive dans l'ensemble d'analyse et de calcul du mouvement 12'A, celui-ci étant constitué essentiellement comme décrit dans les demandes de brevet français et international précitées, dont le contenu est incorporé ici par référence, et comportant essentiellement une portion 12a de traitement temporel, une portion 12b de traitement spatial (ces deux portions 12a et 12b étant effectivement comme décrit dans ces demandes de brevet) et  
35 une portion 12c d'analyse du traitement spatial déterminant en fonction de

celui-ci une succession d'identificateurs  $I_{x, y, t + r}$  qui correspondent à des pixels  $P_{x, y, t + r}$ ,  $r$  étant la durée du traitement dans l'unité 12'A, c'est-à-dire le retard d'un pixel  $P_{x, y, t + r}$  sortant de cette unité par rapport au même pixel (de coordonnées  $x, y$ ) entrant dans cette unité, c'est-à-dire  $P_{x, y, t}$ .

- 5 Comme exposé dans les deux demandes de brevet précitées, la première portion de traitement temporel 12a de l'ensemble d'analyse et de codage du mouvement 12'A détermine, pour chaque pixel, deux paramètres  $DP$  et  $CO$ ,
- le premier  $DP$  étant un signal binaire, dont les deux valeurs possibles représentent respectivement une variation significative et une non variation
  - 10 significative, dans le temps, de la valeur du pixel  $P_{x, y}$  entre la trame traitée et la trame précédente du signal vidéo  $VN$  entrant dans le filtre à ondelettes 11 (figure 4), et donc dans la composante  $VMY$ , et
  - le second  $CO$  étant un signal numérique à nombre réduit de bits représentatif de l'importance de cette variation (ce signal étant de valeur nulle en
  - 15 l'absence de variation).

Dans la deuxième portion de traitement spatial 12b de l'unité 12'A, les signaux  $DP$  et  $CO$  débités par la première portion de traitement temporel 12a de cette unité subissent un traitement qui consiste à repartir par roulement sur une

20 trame, ces deux signaux  $DP$  et  $CO$  pour une même trame qui défile à travers la matrice et à déduire, de cette répartition matricielle, des paramètres du mouvement relatif.

La troisième portion d'analyse du mouvement spatial 12c de l'unité 12'A analyse les paramètres de mouvement issus de l'unité 12b pour en déduire

25 l'existence d'un mouvement relatif et, en cas de mouvement, la grandeur et la direction orientée de ce mouvement, en mettant en œuvre les moyens des demandes de brevet précitées, et débite un identificateur  $I_{x, y, t + r}$  qui indique, pour chaque pixel  $P_{x, y}$  (de coordonnées  $x, y$ ), s'il y a ou non mouvement limité et, en cas de mouvement limité, l'amplitude et la direction orientée de celui-ci et

30 ceci à l'instant  $t + r$ .  $t$  étant l'instant d'arrivée du pixel dans le signal d'entrée  $VMY$  de l'unité 12'A et  $r$  la durée du traitement dans celle-ci ; l'identificateur comporte également une identification de l'existence d'un mouvement d'ensemble important ou non (comme expliqué ci-après).

Comme indiqué dans les demandes de brevet précitées, l'ensemble 12'A,

35 réalisé selon ces demandes de brevet, permet d'exprimer tant l'amplitude que la

direction orientée du déplacement par un signal numérique comportant un nombre réduit de bits, la direction étant repérée selon le code de Freeman suivant 8 directions numérotées de 0 à 7, séparées chacune de la précédente par 45°, et donc représentable par un nombre à 3 bits ( $2^3 = 8$ , c'est-à-dire le nombre de directions).

Dans le cadre du mode de réalisation préféré de la présente demande de brevet, on peut également, à titre d'exemple préféré, représenter l'amplitude du mouvement ou déplacement au moyen de 8 paliers de quantification, donc également au moyen de 3 bits.

Dans ce cas, un identificateur  $I_{x, y, t+r}$  pour un pixel  $P_{x, y}$  comprend un groupe  $\underline{c}$  de 3 bits d'amplitude quantifiée et un groupe  $\underline{d}$  de 3 bits de direction orientée quantifiée selon le code de Freeman ; ces 6 bits sont précédés par deux bits préliminaires dont

- l'un, à savoir  $\underline{b}$ , indique soit qu'il y a mouvement significatif, attaché au pixel  $P_{x, y}$ , donc que l'amplitude quantifiée est représentée par un groupe  $\underline{c}$  correspondant à nombre non nul, soit qu'il n'y a pas de mouvement significatif attaché à ce pixel, donc lorsque l'amplitude quantifiée est représentée par un groupe  $\underline{c}$  correspondant au nombre « zéro », ce bit préliminaire ayant, par exemple, les valeurs « 1 » et « 0 » respectivement dans ces deux cas de mouvement et d'absence de mouvement, et
- l'autre, à savoir  $\underline{a}$ , indique soit le début d'un changement de cadrage ou de scène (ou même le début de la première scène) ou la continuation d'une scène avec déplacements d'ensemble notables, lorsque, dans ces deux cas, l'amplitude de la modification pour les pixels est très grande, c'est-à-dire dépasse un seuil correspondant par exemple au maximum du groupe  $\underline{c}$  à savoir le seuil de quantification « 7 », ou en binaire « 111 », pour un pourcentage notable (par exemple 30 % ou 40 %) de pixels dans la trame, soit au contraire la continuation d'une scène avec variation limitée ou nulle de la position des pixels, c'est-à-dire que l'amplitude de la modification des pixels ne dépasse pas ledit seuil, la première possibilité étant représentée par « 1 » et la seconde par « 0 », par exemple.

De ce fait un identificateur  $I_{x, y, t+r}$  comporte, pour représenter chaque pixel, quatre groupes de bits, le premier  $\underline{a}$  indiquant par « 1 » le début de scène ou des déplacements d'ensemble notable et par « 0 » la continuation d'une scène (sans déplacements notables dans celle-ci), le deuxième  $\underline{b}$  indiquant s'il y

a eu (« 1 ») ou non (« 0 ») déplacement ou mouvement significatif, le troisième  $\underline{c}$  l'amplitude du déplacement et le quatrième  $\underline{d}$  la direction orientée du déplacement. L'identificateur  $I$  est donc du type  $a | b | c | d |$ , par exemple  $0 | 1 | 011 | 101$ , c'est-à-dire comporte 8 bits.

5           On notera toutefois que le signal  $\underline{b}$  pourrait être considéré comme superfétatoire, car il vaut « 0 » si le signal  $\underline{c}$  est également nul, c'est-à-dire représenté par trois bits nuls ( $\underline{c} = 000$ ), et il vaut « 1 » si le signal  $\underline{c}$  est non nul, c'est-à-dire représenté par trois bits dont l'un au moins est un « 1 », (par  
10           exemple  $\underline{c} = 011$ ), il serait en principe donc possible de supprimer le signal binaire  $\underline{b}$ , car il pourrait alors être rétabli à partir du signal  $\underline{c}$ , ces deux signaux  $\underline{b}$  et  $\underline{c}$  étant simultanément nuls ou au contraire non nuls. Toutefois il est plus  
15           avantageux de faire comporter à chaque identificateur  $I_x, y, t + r$  un signal binaire  $\underline{b}$ , d'une part, pour éviter la nécessité de rétablissement de ce bit  $\underline{b}$  qui joue un rôle dans la décompression et, d'autre part, pour distinguer un  $\underline{c}$  de  
20           valeur nulle (000) de l'absence de  $\underline{c}$  du fait d'une panne ou d'une perturbation. On pourrait même, à cet effet, codifier  $\underline{b}$  pour qu'il ait la valeur « 0 » en cas de mouvement et « 1 » en cas d'absence de mouvement, contrairement à l'exemple donné ci-dessus ; alors l'absence de mouvement représentée par  $b | c = 1 | 000$  se distinguerait mieux d'une panne  $b | c = 0 | 000$ . Toutefois le choix de « 0 »  
pour le groupe binaire  $\underline{b}$  en l'absence de mouvement significatif, alors que les groupes  $\underline{c}$  et  $\underline{d}$  sont constitués par « 000 », présente l'avantage d'augmenter le nombre de « zéros » dans l'identificateur  $I$ , ce qui permet une compression plus poussée dans l'ensemble 13 fonctionnant en compression en aval de 12A.

25           On a indiqué ci-dessus que le traitement du signal  $VMY$  de luminance dans l'ensemble de calcul de mouvement 12'A exige une certaine durée  $r$ .

30           C'est pourquoi l'unité 12A de la figure 6 comporte, en « parallèle » avec cet ensemble 12'A, trois unités à retard 29y, 29r et 29b appliquant chacune un retard égal à  $r$ , respectivement aux signaux  $VMY$  de luminance,  $VMr$  de couleur rouge et  $VMb$  de couleur bleue arrivant dans l'unité 12A. On a donc aux sorties  
30a (de 12'A), 30y (de 29y), 30r (de 29r) et 30b (de 29b) des signaux synchrones, les signaux disponibles en 30y, 30r et 30b étant constitués par les trois composantes  $Y, Cr$  et  $Cb$  du signal entrant  $VM$  dans l'unité 12A de la figure 6, mais retardées de  $r$ , tandis que le signal disponible à la sortie 30a de 12'A est le signal  $I_x, y, t + r$ , ou  $a | b | c | d$ , c'est-à-dire la représentation de la



composante de luminance  $Y$  compressée et retardée de  $r$  dans l'unité de calcul et de codage du déplacement  $12'A$ .

Dans le mode de réalisation préféré, on prévoit, entre les points  $P, Q, R, S$  et  $P', Q', R', S'$  de la figure 6, le montage de la figure 7 sur laquelle on retrouve ces points. ainsi que l'entrée  $T$  qui débite les  $DP$  déterminés par la portion  $12a$  de l'unité d'analyse et de codage du mouvement  $12'A$ .

Afin de repérer les déplacements de grande amplitude dans une partie notable de la scène représentée par les signaux vidéo numériques traités  $VN$ , notamment dans la composante de luminance  $Y$  de ceux-ci, et déterminer ainsi la valeur de  $a$  (0 ou 1), les  $DP$  pour les pixels successifs d'une trame arrivant en  $T$  de la portion  $12a$  de  $12'A$  et supérieurs au plafond de quantification, par exemple 7, soit 111 en binaire, sont comptés dans une unité de comptage  $CDP$  et le nombre de ces  $DP$  excédant le plafond dans une trame, c'est-à-dire le pourcentage de pixels en déplacement notable dans le nombre de pixels par trame, est comparée, dans un comparateur  $CP$ , à un seuil mémorisé dans la mémoire programmable  $SDP$ ; par exemple le seuil peut être égal à 30 % ou 40 %.

A cet effet le comparateur  $CP$  comporte deux entrées, à savoir  $CP_1$  connectée à la sortie  $CDP_1$  de  $CDP$  débitant le nombre de  $DP$  dépassant le plafond et  $CP_2$  connectée à la sortie  $SDP_1$  de  $SDP$  débitant la valeur du seuil (programmable).

Le signal binaire  $SB$  de dépassement de ce seuil, débité par le comparateur  $CP$ , est transmis à chaque fin de trame par une porte  $PDP$  activée par un signal de fin de trame  $SF$  dérivé du signal  $SCZ$  entrant dans l'unité 11c de filtre à ondelettes 11.

Pour tenir compte du fait que le signal  $SB$  n'est transmis qu'à la fin d'une trame complète, les quatre signaux synchrones débités par  $30a, 30y, 30b$  et  $30r$ , arrivant en  $P, Q, R$  et  $S$  respectivement, sont chacun retardés d'une trame respectivement dans les unités à retard  $31a, 31y, 31b$  et  $31r$  qui imposent chacune un retard  $r'$  de 1 trame.

De ce fait les signaux disponibles sur les sorties  $32a, 32y, 32b$  et  $32r$  des unités à retard  $31c, 31y, 31b$  et  $31r$  respectivement sont synchrones du signal  $SB'$  débité par la sortie  $PDP_3$  de  $PDP$  lorsque celui-ci reçoit sur son entrée  $PDP_1$  un signal de fin de trame  $SF$  qui autorise le passage de  $SB$  arrivant sur l'entrée  $PDP_2$  de  $PDP$ .

Le montage de la figure 7 comporte enfin une porte « d'aiguillage »  $PA$  dont les entrées  $PA_1$  et  $PA_2$  sont connectées respectivement à la sortie 32a de 31a et à la sortie 32y de 31y et dont la sortie  $PA_4$  débite soit le signal arrivant de 32y, c'est-à-dire le signal  $VMY$  retardé de  $r + r'$  (de  $r$  dans 29y et de  $r'$  dans 31y), soit le signal arrivant de 32a, c'est-à-dire l'identificateur  $I_{xy,t} + r + r'$ , suivant que  $SB'$  arrivant ou non seul entrée  $PA_3$  de commande indique ou n'indique pas un dépassement du seuil programmé dans  $SDP$  par le pourcentage de pixels dans une trame pour lesquels leur  $DP$  dépasse le plafond de quantification.

La description de la figure 6 est maintenant reprise aux points  $P'$ ,  $Q'$ ,  $R'$ ,  $S'$  dans les deux cas ci-après de disposition :

- 1<sup>er</sup> cas : le montage de la figure 7, qui correspond à la variante préférée, est prévu entre les points  $P$ ,  $Q$ ,  $R$ ,  $S$  et  $P'$ ,  $Q'$ ,  $R'$ ,  $S'$  : alors on dispose en  $P'$  du signal débité par la sortie  $PA_4$  de la porte  $PA$  (figure 7), à savoir
  - soit l'identificateur  $I_{x,y,t} + r$  débité par l'ensemble de calcul de mouvement 12'A (figure 6) et retardé de  $r'$  dans l'unité à retard 31a (figure 7) et noté, après ce dernier retard de  $r'$ , en tant qu'identificateur  $I_{x,y,t} + r + r'$ .
  - soit le signal  $VMY$  retardé de  $r$  dans 30y (figure 6) puis de  $r'$  dans 31y (figure 7), suivant que le pourcentage de  $DP$  dépassant le plafond précité est plus petit ou plus grand que le seuil précité - ; cet identificateur  $I_{x,y,t} + r + r'$  ou ce signal  $VMY$  retardé de  $r + r'$  étant chacun sous la forme  $a | b | c | d$  :
- 2<sup>ème</sup> cas : le montage de la figure 7 n'est pas prévu entre  $P$ ,  $Q$ ,  $R$ ,  $S$  et  $P'$ ,  $Q'$ ,  $R'$ ,  $S'$  qui sont connectés directement : alors on dispose en  $P'$  du signal arrivant en  $P$ , c'est-à-dire de l'identificateur  $I_{x,y,t} + r$ .

En outre, dans le 1<sup>er</sup> cas, on dispose en  $Q'$ ,  $R'$ ,  $S'$  respectivement de  $VMY$ ,  $VMr$ ,  $VMb$  retardés de  $r$  dans 29y, 29r, 29b respectivement (figure 6), puis de  $r'$  dans 31y, 31r, 31b respectivement (figure 7), soit retardés de  $r + r'$  au total, tandis que, dans le 2<sup>ème</sup> cas, on dispose en  $Q'$ ,  $R'$ ,  $S'$  respectivement des signaux disponibles en  $Q$ ,  $R$ ,  $S$ , soit  $VMY$ ,  $VMr$ ,  $VMb$  respectivement retardés seulement de  $r$  dans 29y, 29r, 29b (figure 6).

On notera que, à part le retard de  $r'$  des signaux traités dans le montage de la figure 7 qui impose ce retard, les signaux aux points  $Q'$ ,  $R'$ ,  $S'$  sont les mêmes que ceux aux points  $Q$ ,  $R$ ,  $S$  respectivement, c'est-à-dire égaux à  $VMY$ ,

$VMr$ ,  $VMb$  respectivement retardés de  $r$ , et donc les mêmes (si on néglige les retards), si le montage supplémentaire de la figure 7 est prévu ou non dans l'ensemble de la figure 6. Par contre, en présence du montage de la figure 7, le signal au point  $P'$  peut être

- 5 - soit identique, au retard  $r'$  près, au signal au point  $P$  si le seuil prévu n'est pas atteint par le pourcentage de pixels dont le déplacement dépasse en amplitude le plafond précité (par exemple le 7<sup>ème</sup> niveau de quantification), et dans ce cas les signaux aux points  $P'$ ,  $Q'$ ,  $R'$ ,  $S'$  sont les mêmes que ceux aux points  $P$ ,  $Q$ ,  $R$ ,  $S$  respectivement, mais retardés de  $r'$ , ce qui ne change pas leur nature,
- 10 - soit identique, au retard  $r'$  près, au signal au point  $Q$ , c'est-à-dire égal à  $VMY$  retardé de  $r$ .

Les signaux disponibles aux points  $P'$ ,  $Q'$ ,  $R'$ ,  $S'$  sont désignés dans les deux cas par  $I''$ ,  $VMY''$ ,  $VMr''$ ,  $VMb''$  respectivement, l'addition du montage de la figure 7 n'affectant (si on néglige le retard  $r'$  qui ne modifie pas la nature des signaux) que le signal  $I''$  et uniquement au cas où le seuil prévu pour le dit pourcentage est dépassé.

Le signal  $I''$ , disponible au point  $P'$  est, sauf au cours d'une scène en déplacement d'ensemble important en cas de présence du montage à la figure 7, constitué par  $VP$  par la sortie, disponible en  $30a$ , de ladite unité  $12'A$ . L'identificateur  $I_{x,y,t} + r$  débité par la sortie  $30a$  de l'unité  $12'A$ , éventuellement retardé  $r'$ , est appliqué à l'entrée 33 d'une unité 34 apte à réaliser une reconstitution de la composante de luminance  $Y$  du signal d'entrée  $VM$ , à savoir de  $VMY$ , de l'ensemble  $12'A$ , c'est-à-dire de la composante luminance de la sortie du filtre à ondelettes 11, en fait de sa portion 11y, avec bien entendu un retard égal au retard dû au calcul dans l'ensemble  $12'A$ , à savoir  $r$ , (éventuellement augmenté du retard d'une trame dans l'unité à retard  $31a$  de la figure 7, à savoir  $r'$ ), cette unité débitant la composante luminance  $Y_0$  d'un signal reconstitué de type  $VMY$  (avec le retard susmentionné) par une sortie 35.

L'unité de la reconstitution de l'image 34 est constituée et opère comme il sera exposé ci-après avec référence à la figure 8 illustrant la décompression du signal numérique débité par la sortie 36 décompression de l'ensemble 13 de compression - décompression (figure 4), le signal numérique  $I''$  ayant le même « format », c'est-à-dire ayant la même structure du type  $a | b | c | d$ , que le signal débité par ladite sortie 36.

On notera que les signaux  $Y_0$ ,  $VMY''$ ,  $VMr''$  et  $VMb''$  sont synchrones.

À l'ensemble 34 est associé un comparateur à seuil 39 qui reçoit, d'une part en 39a, à partir de la sortie 35 de cet ensemble 34, la composante luminance  $Y_0$  du signal reconstruit suivant le diagramme de Mallat et, d'autre part en 39b, en synchronisme, la composante  $MVY$  d'origine de type Mallat sortant du filtre à ondelettes 11 retardée dans les unités de retard 29y, et (éventuellement 31y). Le comparateur 39, analogue en structure et fonction au comparateur  $CP$  de la figure 7, compte, dans chaque trame, le nombre de fois où apparaît un signal indicateur de mouvement, à savoir la valeur « 1 » pour le signal  $b$  de l'identificateur. pour un pixel et compare ce nombre à un seuil indiquant la limite maximale de variabilité inter-frames acceptée qui correspond à la continuation d'une scène sans changement de plan (le nombre de pixels en déplacement dans la trame totale est inférieur à ce seuil), le dépassement de ce seuil correspondant en général à un changement très important de l'image, donc en principe à un changement de scène ou de plan. A ce comparateur 39 sont associés une unité de comptage avec remise à zéro à la fin de chaque trame, commandée par le retour vertical de trame  $SCZ$  du signal vidéo, et un registre programmable qui permet de choisir la valeur de seuil désirée ; cette unité et ce registre ne sont pas représentés séparément, car ils sont intégrés au comparateur 39 ; ils sont analogues en structure et fonctionnement aux unités  $CDP$  et  $SDP$  respectivement de la figure 7.

Si le comparateur 39 détecte un dépassement de cette valeur de seuil par le nombre de pixels par trame en déplacement, il commande, sur son entrée 34b une unité de correction 34a faisant partie de l'ensemble 34 et recevant également sur son entrée 34c la composante  $VMY''$  afin de corriger le signal de sortie en 35 de l'ensemble 34.

En outre le comparateur à seuil 39 contrôle sur son entrée 40c, un multiplexeur 40 pour qu'il sélectionne entre, d'une part, la composante de luminance  $VMY$  non compressée dans l'ensemble 12'A, mais retardée de  $R = r +$  éventuellement  $r'$ , soit  $VMY''$ , arrivant sur son entrée 40a et, d'autre part, l'identificateur  $I_{x, y, t + R}$ , à savoir l'identificateur  $I_{x, y, t + R}$  retardé de  $r$  dans 29y et éventuellement de  $r''$  dans l'unité à retard 31y, arrivant sur l'entrée 40b du multiplexeur 40.

Si le seuil précité n'est pas dépassé par le nombre de pixels par trame en déplacement pour lesquels  $b = 1$  dans  $I_{x, y, t + R}$ , traité dans l'ensemble 34, le

comparateur à seuil 39, en activant l'entrée de commande 40c du multiplexeur 40 fait débiter par ce multiplexeur, sur sa sortie 40d, l'identificateur  $I_{x,y,t+R}$  (c'est-à-dire la composante luminance codée dans 12'A et retardée arrivant par l'entrée 40b), tandis que, si ledit seuil est dépassé par ledit nombre de pixels, le comparateur à seuil 39, également par l'entrée de commande 40c du multiplexeur, fait débiter par celui-ci le signal  $VMY(R)$  (c'est-à-dire la composante luminance non codée retardée de  $R$ ) arrivant sur son entrée 40a. En quelque sorte le multiplexeur 40 constitue, entre ses entrées 40b et 40a, un sélecteur ou « aiguillage » entre l'identificateur  $I_{x,y,t+R}$  et le signal  $VM(Y)$  non transformé en identificateur, ce multiplexeur étant commandé par le comparateur à seuil 39 en fonction du dépassement ou non dépassement du seuil précité. En même temps que le signal  $VMY(R)$  ou  $I_{x,y,t+R}$  sort en 40d, les signaux  $VMCr(R)$  et  $VMCb(R)$ , c'est-à-dire respectivement  $VMCr$  et  $VMCb$ , retardés tous deux de  $R = r (+ r')$ , sont disponibles sur les sorties 41b et 41r (bleu et rouge) d'un multiplexeur 41rb, également contrôlé par ledit comparateur sur son entrée 41c.

Sur la figure 6, on a représenté sur différentes annexions le nombre de bits, 7 ou 8, véhiculés, au niveau d'une courte barre transversale oblique.

On a donc finalement en sortie de l'ensemble 12A des figures 4 et 5, détaillé sur la figure 6 (et éventuellement la figure 7),

- normalement, la composante  $Y$  de luminance codée en 12'A et retardée, sous la forme d'un identificateur  $I_{x,y,t+R}$  pour chaque pixel, et les composantes  $Cb$  de couleur bleue et  $Cr$  de couleur rouge, sous la forme d'un signal du type sortie de filtre à ondelettes (selon le diagramme de Mallat), à savoir  $VMCb(R)$  et  $VMCr(R)$  retardés de  $R$ , donc synchrones  $I_{x,y,t+R}$ ; les signaux  $I_{x,y,t+R}$ ,  $VMCb(R)$  et  $VMCr(R)$  comportent avantageusement chacun huit bits par pixel, le premier du fait de sa structure susmentionnée  $a | b | c | d$  ( $a$  et  $b$ : 1 bit chacun,  $c$  et  $d$ : 3 bits chacun) et les deux autres par choix,
- mais, en cas de changement de plan ou modification importante de l'image reproduite par le signal vidéo numérique à compresser, c'est-à-dire en cas de dépassement du seuil précité, la composante  $Y$  de luminance  $VMY(R)$  entrant dans l'ensemble 12A, c'est-à-dire non codée dans l'ensemble 12'A, mais retardée de  $R$ , et les composantes  $VMCb(R)$  et  $VMCr(R)$  également retardées de  $R$ , ces trois composantes étant également synchrones et constituées

chacune avantageusement de 8 bits par pixel, ces deux groupes de trois signaux alternés étant désignant comme signal composite *VP*.

Revenant à la figure 4, on voit que le signal composite *VP* du type sus-énoncé à trois composantes, c'est-à-dire constitué par  $Ix_1y_1t + R$  ou  $VMY(R)$ , *VMCb(R)* et *VMCr(R)*, est traité dans la partie compression *CP* de l'ensemble de compression – décompression 13, constitué, à la manière connue (par exemple décrite dans l'article précité de Patrick Butler et le catalogue précité de C-Cube Microsystems, dont les contenus sont incorporés ici par référence), par un quantificateur adaptatif 13*a*, un codeur de type *RLC* 13*b* et un codeur de Huffman 13*c*.

On notera que ce signal d'entrée *VP* comporte, en moyenne, dans sa composante *Y* (dans le cas où il n'y a pas de dépassement de seuil) c'est-à-dire dans l'identificateur *I*, plus de « zéros » que le signal représentatif de la sortie du filtre à ondelettes qui est directement traité dans l'ensemble de compression – décompression de l'ADV 601 (figure 1) et que de ce fait la compression dans la portion compression *CP* de l'ensemble de compression – décompression 13 est bien plus poussée dans le dispositif selon l'invention comportant l'ensemble de calcul de mouvement 12*A* (figures 4, 5 et 6) que dans l'ADV 601 (figures 1 et 2).

On obtient donc finalement, sur la sortie compression *SC* du dispositif selon l'invention (figure 4), un signal compressé *SIC* comportant en moyenne un nombre de bits par pixel plus faible que le signal compressé *NC* disponible en sortie de l'ADV 601 (figure 1), ce qui permet, entre autres, sa transmission à distance plus aisée, par exemple sur ligne téléphonique, ou son enregistrement plus compact, notamment dans le cadre des applications énumérées dans le préambule de la présente demande.

On va maintenant décrire la portion décompression *DP* du mode de réalisation préféré du dispositif de compression – décompression selon l'invention tel que représenté, dans son ensemble, sur la figure 4.

Cette portion de décompression du dispositif, selon l'invention, de la figure 4 comporte d'abord la portion décompression de l'ensemble de compression – décompression 13, c'est-à-dire successivement le codeur de Huffman 13*c*, le filtre *RLC* 13*b* et le quantificateur adaptatif 13*a*, opérant en inverse, comme dans un ADV 601 dont la description relative à la

décompression est incorporée ici par référence ainsi que celle relative à la décompression dans l'article précité de C-Cube Microsystems.

On notera toutefois que le signal compressé  $SIC_1$ , qu'il y a lieu de décompresser et qui est appliqué à l'entrée décompression  $ED$  du dispositif selon l'invention et donc à l'entrée de la portion décompression de l'ensemble de compression - décompression 13, est plus compressé que le signal à décompresser  $NC_1$  appliqué à l'ADV 601 fonctionnant en décompression, pour les raisons exposées ci-dessus pour la compression selon l'invention.

Sur la figure 4, on a représenté par des flèches de la droite vers la gauche la progression de la décompression de signal  $SIC_1$  dans l'ensemble 13, depuis l'entrée  $ED$  à 13c, de 13c à 13b, de 13b à 13a et de 13a à la sortie décompression 36 du dispositif 13. On obtient finalement un signal  $VP_1$  de structure analogue au signal  $VP$ , c'est-à-dire dans lequel la composante luminance est représentée par un identificateur  $I'$  à 8 bits  $a | b | c | d$  ( $a$  et  $b$  comportant chacun un bit et  $c$  et  $d$  comportant chacun 3 bits), du moins en l'absence de mouvement important dans la scène représentée.

Le signal  $VP_1$  est traité dans un ensemble 12B illustré, dans son ensemble, sur la figure 8 avec la portion terminale de décompression (filtre à ondelettes 11) du dispositif selon l'invention et partiellement sur les figures 9 à 13.

Ce signal  $VP_1$  comporte une composante de luminance  $Vmy'$ , constituée par l'identificateur  $I'$  (de même structure que  $I_x, y, t + R$  débité par l'ensemble de la figure 6), et deux composantes, bleue  $VMCb'$  et rouge  $VMCr'$  (ces deux dernières composantes ayant même structure que les composantes  $VMCb(R)$  et  $VMCr(R)$  débités par l'ensemble de la figure 6).

À partir de chacune de ces composantes  $Vmy'$ ,  $VMCb'$  et  $VMCr'$ , l'image selon le diagramme de Mallat est reconstituée dans les unités 42y (pour  $Vmy'$ ), 42b (pour  $VMCb'$ ) et 42r (pour  $VMCr'$ ) de reconstitution d'image, qui sont de même structure que l'unité 34 de reconstitution d'image de la figure 6, structure qui sera exposée ci-après avec référence aux figures 9 à 13.

On notera que, comme l'unité 34, les unités 42y, 42b et 42r comportent une sous-unité de correction 43y, 43b, 43r, respectivement, qui reçoit des signaux de commande de correction éventuelle sur son entrée 44y, 44b, 44r, respectivement.

Les sorties  $45y$ ,  $45b$ ,  $45r$ , des unités  $42y$ ,  $42b$ ,  $42r$  respectivement, débitent des signaux  $VMY''$ ,  $VMCb''$  et  $VMCr''$ , respectivement, ayant la même structure que  $VMY$ ,  $VMCb$  et  $VMCr$  de la figure 6, c'est-à-dire selon le diagramme de Mallat. Ces signaux  $VMY''$ ,  $VMb''$  et  $VMr''$  sont traités dans la

5 portion décompression du filtre à ondelettes 11 en trois unités  $48y$ ,  $48b$ ,  $48r$  fonctionnant en inverse comme dans un ADV 601 pour débiter finalement les trois composantes de luminance  $Y''$ ,  $Cb''$  et  $Cr''$  du signal vidéo numérique  $VN_1$  (qui est aussi représenté sur la figure 4, illustrant l'ensemble du dispositif selon l'invention) ces composantes étant la contrepartie des trois composantes

10  $Y$ ,  $Cb$  et  $Cr$  du signal vidéo numérique  $VN$  (de la figure 4) après compression et décompression ; le signal  $VN_1$  peut être appliqué à un écran de moniteur, de téléviseur ou de visiophone par exemple (unité 19 de la figure 4).

Pour terminer la description du mode de réalisation préféré du dispositif selon l'invention, on se réfère maintenant aux figures 9 à 13 qui illustrent un

15 mode de réalisation préféré des unités de reconstruction de l'image  $34$ ,  $42y$ ,  $42b$ ,  $42r$  des figures 6 et 8.

Il y a lieu de rappeler ici sous quelle forme arrivent aux unités  $42y$ ,  $42b$  et  $42r$ , les signaux numériques  $Vmy'$ ,  $VMCb'$  et  $VMCr'$ , représentatifs de signaux vidéo numériques décompressés à partir de la portion de décompression dans

20 l'ensemble de compression – décompression 13, mais encore codés doublement, à savoir par le filtre à ondelettes 11 suivant le diagramme de Mallat et par l'unité d'analyse de mouvement 12A, dans la phase de compression ; de même le signal numérique  $I''$ , qui sort de l'unité 12A de la figure 6 et qui a la même structure que le signal  $Vmy'$ , est appliqué à l'unité 34.

25 Ces signaux  $Vmy'$ ,  $VMCb'$ ,  $VMCr'$ , qui représentent, pour chaque trame d'image vidéo, les pixels successifs de la trame pour chacune des trois composantes de luminance  $Y$ , de couleur bleue  $Cb$  et de couleur rouge  $Cr$ , comportent, comme indiqué pour la sortie de l'unité 12A, dans la portion compression du dispositif de la figure 6 (car la portion décompression de

30 l'ensemble de compression – décompression 13 fonctionnant en décompression rétablit les signaux numériques traités en compression par cet ensemble fonctionnant en compression), avantageusement huit bits répartis en quatre groupes successifs :

- un premier groupe  $a$  comportant un seul bit, par exemple égal à 1 en cas de
- 35 changement important dans l'ensemble de la trame, par rapport à la trame



juste antérieure (en particulier en cas de début d'une nouvelle scène ou d'un nouveau plan), mais égal à 0 en cas d'absence d'un tel changement important ;

- un deuxième groupe  $b$  comportant également un seul bit, égal à 1 en cas de mouvement pour le pixel représenté, mais à 0 en l'absence de mouvement
- un troisième groupe  $c$  comportant un nombre réduit de bits, par exemple 3 bits comme indiqué ci-dessus, et qui représente en binaire la grandeur ou vitesse quantifiée du déplacement pour ce pixel représenté (suivant 8 paliers de quantification pour 3 bits, car  $2^3 = 8$ ) ; et
- un quatrième groupe  $d$  comportant, comme le troisième groupe, un nombre réduit de bits pour représenter la direction orientée du déplacement, par exemple 3 bits représentant cette direction suivant le code de Freeman avec 8 directions orientées décalées angulairement de  $45^\circ$  ( $8 \times 45^\circ = 360^\circ$ ), successivement.

Un tel signal à quatre groupes de bits a donc la forme ou « format »  $| a | b | c | d |$ ,  $a$  et  $b$  avec 1 bit et  $c$  et  $d$  avec 3 bits, soit 8 bits en tout pour chaque composante d'un pixel.

Trois cas sont possibles, suivant la valeur binaire du bit unique de chacun des deux premiers groupes :

- premier cas :  $a = 1$ , donc début d'une scène ou au moins changement important dans l'ensemble de la trame analysée par rapport à la précédente ;
- deuxième cas :  $a = 0$  et simultanément  $b = 1$ , donc pas de changement important dans l'ensemble de la trame, mais mouvement pour le pixel traité ;
- troisième cas :  $a = 0$  et simultanément  $b = 0$  ; il n'y a pas de mouvement pour ce pixel ; dans ce cas on a également « 0 » pour chacun des 6 bits de  $c$  et  $d$ .

Sur la figure schématique 8, on a représenté le signal  $VM'$  à décoder avec ses trois composantes (donc constitué en fait par 3 signaux pour les 3 composantes  $Y$ ,  $Cb$ ,  $Cr$ , chacun avec 8 bits), les trois signaux des composantes étant  $VMY'$ ,  $VMCb'$  et  $VMCr'$  ; le signal  $VMY'$  est séparé en deux, son premier bit  $a$ , noté «  $a$  » sur la figure 8, servant à commander une correction en cas de modification importante de l'ensemble de la trame, tandis que l'ensemble des 3 autres groupes  $b$ ,  $c$ ,  $d$  constitue le signal «  $VMY' - a$  ».

L'ensemble de la figure 8 comporte, en ce qui concerne le décodage du mouvement, trois unités de reconstitution d'image  $42y$  (pour la composante

«  $VMY' - a$  »),  $42b$  (pour la composante  $VMCb'$ ) et  $42r$  (pour la composante  $VMCr'$ ), chacune avec une sous-unité de correction  $43y$ ,  $43b$ ,  $43r$  respectivement. Chacune des unités  $42y$ ,  $42b$  et  $42r$  reçoit, sur son entrée principale  $44y$ ,  $44b$ ,  $44r$ , le même signal «  $VMY' - a$  » défini ci-dessus et débite  
 5 sur sa sortie unique  $45y$ ,  $45b$ ,  $45r$  normalement le signal entrant «  $VMY' - a$  » ; toutefois si  $a = 1$ , ce signal, appliqué sur les entrées de commande  $46y$ ,  $46b$ ,  $46r$  des unités de contrôle respectives  $43y$ ,  $43b$ ,  $43r$  respectivement, impose une modification au signal sortant de chaque unité  $42y$ ,  $42b$ ,  $42r$  sur les sorties  $45y$ ,  $45b$ ,  $45r$  respectivement, pour substituer, au signal entrant en  $44y$ ,  $44b$ ,  $44r$   
 10 respectivement, le signal  $VMY'$  sur la sortie  $45y$  de  $42y$ ,  $VMCb'$  sur la sortie  $45b$  de  $42b$  et  $VMCr'$  sur la sortie  $45r$  de  $42r$ .

Ce sont les signaux finalement débités par les sorties  $45y$  de  $42y$ ,  $45b$  de  $42b$  et  $45r$  de  $42b$  qui sont appliqués aux entrées  $47y$ ,  $47b$  et  $47r$  des trois portions  $48y$ ,  $48b$  et  $48r$ , respectivement, du filtre à ondelettes 11 dans sa  
 15 portion décompression pour en faire sortir, en  $49y$ ,  $49b$ ,  $49r$ , en tant que signaux vidéo numériques  $Y''$ ,  $Cb''$  et  $Cr''$  décompressés et décodés, c'est-à-dire recomposés (suivant la norme des signaux vidéo numériques avant compression), et forment le signal de sortie  $VN_1$  avec une qualité presque égale à celle des signaux vidéo numériques des trois composantes que comporte le  
 20 signal d'entrée  $VN$ .

Chacune des unités de reconstitution d'image 34 (figure 6) et  $42y$ ,  $42b$  et  $42r$  (figure 8), chacune avec son sous-unité de correction, respectivement  $34a$ ,  $43y$ ,  $43b$  et  $43r$ , sont analogues ; elles sont réalisées et fonctionnent de la manière suivante avec référence aux figures 9 à 13.

25 Sur la figure 9, on a illustré le principe de fonctionnement de la figure essentielle d'une telle unité.

Il consiste essentiellement à répartir suivant trois portions spatiales, matricielles ou quasi matricielles, la succession des signaux de pixel ayant une longueur correspondant à une trame de pixels, et ceci séparément pour la  
 30 composante luminosité, la composante bleue ou la composante rouge :

- une première portion 50 correspond à une matrice carrée de dimension identique à la matrice mise en œuvre dans l'unité 12'A (figure 6) de traitement du mouvement dans la voie de compression (à savoir la matrice 21 dans les demandes de brevet précitées) ; sa dimension est donc de  
 35 préférence égale à  $17 \times 17$  pixels (dix-sept lignes et dix-sept colonnes de

- pixels), des registres à décalage (16 dans le cas particulier), illustrés sur la figure 10 et décrits ci-après, imposant un retard égal à l'intervalle de temps entre les débuts de deux pixels consécutifs le long de chaque ligne (entre les 17 positions de pixel) de la matrice 50 (il y a donc  $16 \times 17 = 272$  registres à décalage pour l'ensemble des 17 lignes de la matrice) ;
- une deuxième portion 51 constituée par une matrice rectangulaire comportant un nombre de lignes égal à celui de la matrice 50 diminué d'une unité, à savoir 16 lignes dans l'espèce, et un nombre de colonnes égal à celui d'une trame de pixels du signal vidéo numérique à compresser diminué du nombre de colonnes dans la matrice 50, donc diminué de 17 unités en l'espèce (le nombre de colonnes dans l'ensemble des matrices 50 et 51 étant égal à celui des colonnes dans ladite trame) ;
  - une troisième portion 52 quasi matricielle complétant les portions 50 et 51 pour reconstituer la totalité d'une telle trame ; elle comprend donc, comme illustré sur la figure 9, une première ligne incomplète, référencée 52<sub>17</sub>, commençant à la suite de la 17<sup>ème</sup> ligne 50<sub>17</sub> de la matrice 50 et un nombre de lignes complètes 52<sub>18</sub> à 52<sub>p</sub>, p désignant le nombre de lignes d'une trame complète.

La circulation entre ces trois portions 50, 51 et 52 est la suivante :

- À partir de l'entrée 53<sub>1</sub> de la première ligne 50<sub>1</sub> de la matrice 50, la succession des signaux de pixels d'une trame circule d'abord de la gauche vers la droite à travers cette ligne, le premier pixel de cette trame occupant la dernière position de pixel dans cette première ligne, juste en amont de la sortie 54<sub>1</sub> de cette première ligne, tandis que le 17<sup>ème</sup> pixel de cette trame occupe la première position de cette ligne, juste en aval de l'entrée 53<sub>1</sub>.

Ensuite, après 17 pixels, le signal passe depuis la matrice 50 à la matrice 51, à partir la sortie 54<sub>1</sub> de la première ligne 50<sub>1</sub> de la matrice 50 jusqu'à l'entrée 55<sub>1</sub> de la première ligne 51<sub>1</sub> de la matrice 51 et se propage le long de cette première ligne 51<sub>1</sub> jusqu'à la dernière position de pixel sur cette première ligne juste en amont de la sortie 56<sub>1</sub> de cette ligne. À cet instant le premier pixel du signal de trame occupe cette dernière position, tandis que l'ensemble des pixels de la première ligne de la trame occupe, dans l'ordre de la droite vers la gauche, l'ensemble des premières lignes 51<sub>1</sub> et 50<sub>1</sub> des portions ou matrices 51 et 50.

Puis la succession des signaux de pixels d'une trame sort par la sortie 56<sub>1</sub> de la première ligne 51<sub>1</sub> de la portion 51 pour atteindre l'entrée 53<sub>2</sub> de la deuxième ligne 50<sub>2</sub> de la portion 50, parcourt cette deuxième ligne 50<sub>2</sub> de ladite portion pour atteindre la sortie 54<sub>2</sub> de cette deuxième ligne et de là l'entrée 55<sub>2</sub> de la deuxième ligne 51<sub>2</sub> de la portion 51 ; les signaux de pixel parcourent cette deuxième ligne pour en sortir par sa sortie 56<sub>2</sub>. À cet instant les pixels de la première ligne de trame du signal occupent l'ensemble des deuxièmes lignes 51<sub>2</sub> et 50<sub>2</sub> des portions 51 et 50, respectivement, de la droite vers la gauche, tandis que les pixels de la deuxième ligne de trame du signal occupent l'ensemble des premières lignes 51<sub>1</sub> et 50<sub>1</sub> des portions 51 à 50, également de la droite vers la gauche.

Et ainsi de suite jusqu'à la seizième ligne des portions ou matrices 50 et 51, respectivement 50<sub>16</sub> et 51<sub>16</sub> ; de ce fait après 16 lignes de la succession des signaux de pixel d'une trame, les seize premières lignes de la succession occupent les lignes 16 à 1 des portions 50 et 51, à savoir 50<sub>16</sub> - 51<sub>16</sub>, 50<sub>2</sub> - 51<sub>2</sub> et 50<sub>1</sub> - 51<sub>1</sub> de bas en haut et de droite à gauche, suivant le schéma classique de balayage du début d'une trame vidéo sur un écran.

La sortie 56<sub>16</sub> de la seizième ligne 51<sub>16</sub> de la portion 51 (la ligne 56<sub>16</sub> étant la dernière ligne de la portion 51) est connectée, de la même manière que les sorties 56<sub>1</sub>, 56<sub>2</sub>, 56<sub>15</sub> des lignes précédentes de cette portion, à l'entrée de la ligne suivante de la portion 50, à savoir dans ce cas à l'entrée 53<sub>17</sub> de la dix-septième ligne 50<sub>17</sub> de la portion 50.

La sortie 54<sub>17</sub> de cette ligne 50<sub>17</sub> est connectée à l'entrée 57<sub>1</sub> de la première ligne 52<sub>1</sub> (incomplète) de la portion 52. La ligne 52<sub>1</sub> de la portion 52 comporte, comme chaque ligne 51<sub>1</sub>, 51<sub>2</sub>, ..., 51<sub>16</sub> de la portion 51 un nombre de positions de pixel égal à celui des pixels dans une ligne de trame diminué de 17 unités (le nombre de positions de pixel dans chaque ligne 50<sub>1</sub>, 50<sub>2</sub>, ..., 50<sub>17</sub> de la portion matricielle 50 de 17 x 17, étant égal à 17).

La sortie 59<sub>1</sub> de la première ligne 52<sub>1</sub> de la portion 52 est connectée à l'entrée 57<sub>2</sub> de la deuxième ligne 52<sub>2</sub> de cette portion, tandis que la sortie 59<sub>2</sub> de la deuxième ligne 52<sub>2</sub> de cette portion est reliée à l'entrée 57<sub>3</sub> de la troisième ligne 52<sub>3</sub> de la portion 52, la sortie 59<sub>3</sub> de la ligne 52<sub>3</sub> étant connectée à l'entrée de la ligne suivante de cette même unité et ainsi de suite jusqu'à la dernière ligne 52<sub>*p*</sub> de cette portion, le nombre total *p* de lignes (y compris la première ligne 52<sub>1</sub>) de cette portion 52 étant égal au nombre *n* de lignes d'une

trame du signal vidéo diminué du nombre de lignes de la portion 51, à savoir de 16 unités.

Lorsque le signal atteint la sortie 59p, à savoir  $59_{(n-16)}$ , de la dernière ligne 52p, à savoir  $52_{(n-16)}$ , de la portion 52, la totalité de la trame, dans l'ordre d'arrivée en 53<sub>1</sub> occupe la totalité des portions 50, 51, 52, de bas en haut et de droite à gauche.

En fait, la distinction entre portions matricielles ou quasi matricielles 50, 51 et 52 est fonctionnelle et explicative, ces trois portions formant un ensemble matriciel dans lequel circule le signal codé de chaque trame, la sortie 59<sub>p</sub> finale étant connectée à l'entrée initiale 53<sub>1</sub>. De ce fait, en l'absence d'ordre de remplacement dans un multiplexeur 60, disposé au centre de la matrice 50, comme indiqué ci-après, du signal arrivant à ce multiplexeur par un autre signal en cas de mouvement ( $b = 1$ ) ou de changement de plan ( $a = 1$ ), la succession des signaux de pixels arrivant sur l'entrée 53<sub>1</sub> de l'ensemble 50 - 51 - 52 tourne en rond ou boucle dans cet ensemble, comme indiqué précédemment : de chaque ligne 50<sub>1</sub> à 50<sub>16</sub> de la portion 50 à la ligne correspondante 51<sub>1</sub> à 51<sub>16</sub> de la portion 51, avec retour à la ligne suivante 50<sub>2</sub> à 50<sub>17</sub> de la portion 50, puis de la dernière ligne 50<sub>17</sub> de la portion 50 à la première ligne 52<sub>1</sub> de la portion 52, ensuite de la fin de cette ligne 52<sub>1</sub> au commencement de la ligne suivante 52<sub>2</sub> de cette portion et ainsi de suite jusqu'à la fin de la dernière ligne 52<sub>p</sub> de la portion 52, avec retour au début de la première ligne 50<sub>1</sub> de la portion 50.

Afin d'affecter à chaque position de pixel de l'ensemble 50, 51, 52, un pixel de la succession de signaux de pixel dans une trame arrivant en 53<sub>1</sub>, on prévoit, entre chaque position successive de pixel dans cet ensemble dans l'ordre du balayage classique de trame sur un écran vidéo (à savoir dans l'ordre précité), un registre à décalage ou autre moyen de retard imposant un retard égal à l'intervalle de temps entre le début de deux pixels successifs, un tel registre étant prévu non seulement entre les pixels d'une même ligne d'une portion 50, 51, 52, mais également entre la sortie d'une ligne d'une portion et l'entrée subséquente, dans l'ordre de circulation du signal, dans la ligne suivante de la même portion ou dans une ligne d'une autre portion, à savoir entre 54<sub>1</sub> et 55<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub> et 55<sub>2</sub> etc., entre 56<sub>1</sub> et 53<sub>2</sub>, 56<sub>2</sub> et 53<sub>3</sub> etc., entre 56<sub>16</sub> et 53<sub>17</sub>, entre 54<sub>17</sub> et 57<sub>1</sub>, entre 59<sub>1</sub> et 57<sub>2</sub>, 59<sub>2</sub> et 57<sub>3</sub> etc. et entre 59<sub>p</sub> et 53<sub>1</sub>.

Sur la figure 10 on a représenté la répartition des registres à décalage mis en œuvre entre deux positions de pixel successives dans la matrice 51, avec les

moyens de commande de certains de ces registres, tandis que les figures 11 à 13 illustrent les différents types de registres.

Sur les figures 10 et 11 on distingue les trois types de registres, dont chacun impose un retard  $r'''$  égal à l'intervalle de temps entre les débuts de deux pixels successifs, et leurs positions dans la matrice 50.

Au centre 60 est déposé un registre à décalage 61 à multiplexeur dont la structure et le fonctionnement seront exposés ci-après. Suivant les 8 directions orientées du code de Mallat, séparées angulairement la succession de  $360^\circ/8$  soit  $45^\circ$  à partir de l'axe orienté  $Ox$  et représentables par trois bits ( $2^3 = 8$ ), sauf au centre 60, d'où partent ces 8 directions ou demi-axes 62<sub>0</sub>, 62<sub>1</sub>, 62<sub>2</sub>, 62<sub>3</sub>, 62<sub>4</sub>, 62<sub>5</sub>, 62<sub>6</sub>, 62<sub>7</sub>, sont disposées dans chaque ligne 50<sub>1</sub>, 50<sub>2</sub>...50<sub>17</sub> des registres à décalage 63 associées à des multiplexeurs, mais de structure plus simple que le multiplexeur associé au registre 61 et qui seront décrits en structure et en fonctionnement ci-après.

Enfin dans leurs autres emplacements (c'est-à-dire en dehors du centre 60 et des directions 62<sub>0</sub> à 62<sub>7</sub>), entre deux positions de pixels successives suivant le sens de balayage dans la portion matricielle 50, sont disposés des registres à décalage 64 qui sont de simples unités à retard imposant ledit retard  $r'''$ .

Le registre à décalage 61 dans l'emplacement central 60 dans la portion matricielle 50 a pour objet de modifier le flux de pixels circulant dans l'ensemble de la matrice 50 – 51 – 52 en boucle dans le sens indiqué ci-dessus au cas où le premier groupe de signaux numériques des quatre groupes de signaux numériques  $|a|b|c|d$  entrants est constitué par un « 1 », soit  $a = 1$ , ce qui représente un changement d'ensemble du signal vidéo avant compression (début de scène ou changement de plan par exemple) ; dans ce cas le flux de pixels circulant dans 50 – 51 – 52 doit être modifié et c'est le signal retardé issu de la fonction de Mallat, ayant subi un traitement dans l'unité de traitement de mouvement 12A des figures 5 et 6, qui doit être substitué.

A cet effet, à l'unité à retard 61a, analogue aux unités à retard 64 imposant un retard  $r'''$ , sont associés deux portes 61b et 61c.

La structure d'un registre à décalage 63 est plus simple et ne comporte, associée à l'unité à retard 63a, analogue aux unités à retard 64 et 61a, qu'une seule porte 63b qui est une porte ET.

Les registres à décalage 63 disposés suivant les 8 directions orientées du code de Mallat ont pour effet au cas où le deuxième groupe de signaux numériques  $|a|b|c|d|$  entrants est constitué par un « 1 », soit  $b = 1$ , ce qui représente un déplacement (limité) suivant une desdites 8 directions, à savoir celle sur laquelle est disposé le registre à décalage impliqué, suivant les valeurs de  $c$  indiquant l'amplitude de déplacement et  $d$  indiquant la direction dans le code de Mallat de ce déplacement. Ainsi le registre à décalage dans la position  $P$  correspond à  $c = 6$  (ligne 2, soit 6 lignes au-dessus de la ligne centrale 50g et  $d = 1$  (sur la direction orientée 62<sub>1</sub> représentée par « 1 » dans le code de Mallat).

Le but de l'opération est de ramener au centre 60 le pixel en position  $P$  ; il s'agit en fait de faire retrouver au pixel central l'emplacement qu'il occupe en  $P$  après déplacement ; l'ensemble 12B réalise donc bien en décompression l'opération inverse de celle réalisée dans la compression par l'ensemble 12A, à savoir :

- rétablir la position avant le traitement du déplacement dans l'unité 12'A de la figure 6 au cas où  $b = 1$  et  $a = 0$  (de mouvement limité), et
- rétablir le signal avant traitement dans l'unité 12'A au cas où  $a = 1$  (modification complète).

On va décrire maintenant avec références aux figures 14, 15 et 16 trois applications particulières du procédé et du dispositif selon l'invention. Sur ces figures, on retrouve les références de la figure 4 pour des signaux et des unités correspondants.

Sur la figure 14, on a illustré l'application de ce procédé et de ce dispositif à des visiophones, c'est-à-dire des téléphones avec transmission simultanée de l'image des interlocuteurs (et de leur environnement éventuellement), notamment dans le cas de vidéoconférences.

La transmission entre les deux postes de visiophonie  $P_1$  et  $P_2$  (éventuellement plus de deux postes en cas de vidéoconférences entre plus de deux locaux) est réalisée par ligne téléphonique, câble, voie hertzienne, éventuellement satellite.

Chaque poste est constitué selon le montage de la figure 4 et comprend une caméra de télévision numérique sonore 15 qui débite dans la portion codage d'un filtre à ondelettes 11 dont la sortie 16 est connectée à l'entrée 20 de l'unité 12A de traitement du mouvement ; la sortie 24 de l'unité 12A est connectée à

l'entrée de compression 25 d'un ensemble de compression – décompression 13 qui débite, sur sa sortie compression, le signal compressé  $SIC$  qui sera transmis à distance et reçu à l'autre poste en tant que signal  $SIC_1$  sur l'entrée  $ED$  de décompression de l'ensemble de compression – décompression 13 dont la sortie de décompression 36 est connectée à l'entrée de l'ensemble de décodage du mouvement 12B ; la sortie de l'ensemble 12B est connectée à l'entrée décodage ou décompression 17 du filtre à ondelettes 11, dont la sortie décodage débite le signal  $VN_1$  reçu par un écran de moniteur 19 avec reproduction sonore.

Le dispositif de la figure 14 fonctionne de la même façon depuis le poste  $P_1$ , en émetteur, vers le poste  $P_2$ , en récepteur, et vice et verso. L'ensemble de la caméra numérique 15 et de l'écran 19 avec haut parleur constitue le visiophone proprement dit, à savoir le combiné du capteur 15 de l'image et du son à transmettre et du récepteur 19 de l'image et de son reçus ou bien du capteur sonore et du récepteur sonore matériellement distincts.

Les signaux vidéo numériques sont compressés dans chaque poste  $P_1$ ,  $P_2$ , et transmis compressés de  $P_1$  à  $P_2$  et de  $P_2$  à  $P_1$ , ce qui permet une réduction considérable de la bande passante, donc l'utilisation de lignes téléphoniques avec une excellente qualité de l'image reçue en 19, pratiquement sans retard perceptible (seulement de 3 trames, soit environ 1/10 de seconde).

Sur la figure 15 on a illustré sur dispositif d'enregistrement de signaux vidéo numériques compressés par le procédé et le dispositif selon l'invention, en même temps que du son concomitant aux images.

Le dispositif de la figure 15 comprend une caméra numérique sonore 15 ou une source d'un signal vidéo numérique reçu d'ailleurs ou un lecteur d'un enregistrement antérieur, tel qu'un film vidéo, ou un scanner, qui débite un signal vidéo numérique  $VN_1$  ; celui-ci est appliqué à l'entrée 14 d'un filtre à ondelettes 11' fonctionnant seulement en direct, c'est-à-dire en réalisant la formation d'images selon le diagramme de Mallat.

La sortie 16 de ce filtre est connectée à l'entrée 20 d'une unité de traitement du mouvement 12A (analogue à celui des figures 5 à 7) dont la sortie 24 est connectée à l'entrée 25 d'un ensemble de compression 13', constitué de la même manière que la portion compression de l'ensemble de compression – décompression 13 de la figure 4. La sortie  $SC$  de l'ensemble 13' débite un signal numérique comprimé  $SIC$  qui est appliqué à un enregistreur  $EN$  de type connu sur laser disc, CD-ROM, DVD, bande magnétique, disquette ou autre support.



La compression réalisée par le dispositif de la figure 15 permet l'enregistrement sur une portion plus réduite d'un support d'enregistrement pour un même document de départ, par exemple sur un seul laser disc d'un film de deux heures, avec conservation des caractéristiques essentielles du document de  
5 départ.

La figure 16 représente un dispositif de lecture d'enregistrement mettant en œuvre le procédé et le dispositif selon l'invention.

Le dispositif de la figure 16 comporte d'abord un lecteur d'enregistrement *LE* de type connu lisant un signal vidéo numérique (image et son) sur un support, tel que laser disc, CD-ROM, DVD, bande magnétique, disquette ou autre support. Son signal numérique de sortie *SIC*<sub>1</sub> est appliqué sur  
10 l'entrée décompression *ED* d'un ensemble de décompression 13'' constitué de la même manière que la portion décompression de l'ensemble de compression - décompression 13 de la figure 4. Le signal de sortie décompressé *VP*<sub>1</sub> de 13''  
15 est appliqué à l'entrée d'un ensemble de décodage 12*B* (analogue à celui des figures 8 à 13). Le signal de sortie de 12*B*, constitué par un signal décodé *VM*<sub>1</sub>, est appliqué à l'entrée 17 d'un filtre à ondelettes 11'' fonctionnant en décodage comme le filtre à ondelettes 11 de la figure 4. Enfin la sortie 18 du filtre 11''  
20 débite le signal vidéo numérique *VN*<sub>1</sub> qui constitue la réplique, après décompression dans 13'' et décodage dans 12*B* et 11'', du signal vidéo numérique enregistré codé et compressé (par exemple par le dispositif de la figure 15), sur le support précité, lu par le lecteur *LE* ; ce signal *VN*<sub>1</sub> est affiché sur l'unité 19, constituée par un moniteur, téléviseur ou ordinateur avec haut-parleur(s).

25 Bien entendu d'autres applications du procédé et de dispositif selon l'invention sont possibles. Dans les trois applications des figures 14, 15 et 16 et les autres applications, le procédé et le dispositif selon l'invention présentent, par rapport aux systèmes connus de compression et/ou décompression de signaux vidéo numériques, un grand nombre d'avantages, notamment :

- 30 - une compression plus poussée, avec une conservation analogue ou accrue, d'où possibilité de transmission à distance avec une bande passante plus étroite ou d'enregistrement sur une portion de support d'enregistrement plus réduite ;

- compression et/ou décompression pratiquement en temps réel, d'où amélioration de la communication par visiophone entre deux personnes et des vidéoconférences ;
  - amélioration de la qualité du signal comprimé qui conserve les caractéristiques essentielles du signal avant compression.
- 5

La présente invention n'est pas limitée au mode de réalisation et aux applications décrits et illustrés, mais en englobe leurs variantes et modifications ; sa portée n'est limitée que par les revendications ci-après.

### REVENDICATIONS

1. Procédé de compression de données apte à traiter la succession de signaux numériques constitués par une succession de trames composites à mosaïque d'images à succession de pixels qui sont débités en sortie par un filtre à ondelettes recevant en entrée au moins la composante de chrominance d'un flux de signaux vidéo numériques, représentatifs d'une succession de trames d'images vidéo à compresser, afin d'améliorer la compression ultérieure dans un ensemble de compression finale de signaux numériques, caractérisé en ce qu'on applique, à ladite succession de trames composites, un traitement de codage de mouvement apte à réaliser une compression préliminaire qui ne transmet à ladite compression ultérieure que les variations dues à un déplacement dans ladite succession de trames composites, ledit traitement de codage de mouvement consistant à appliquer successivement à ladite succession de signaux numériques débités par ledit filtre à ondelettes
  - a) une opération consistant à coder lesdits signaux numériques, pixel par pixel, en fonction de la variation de la valeur de chaque pixel entre la trame traitée et la trame antérieure pour en déduire, pour chaque pixel, un bloc de quatre groupes de signaux numériques, dont
    - l'un est un signal binaire qui représente, par ses deux valeurs possibles, soit une nécessité de correction soit l'absence d'une telle nécessité,
    - un autre est également un signal binaire qui représente, par ses deux valeurs possibles, soit un déplacement soit l'absence d'un déplacement, et
    - les deux autres sont constitués chacun par un signal numérique à nombre réduit de bits, qui représentent l'un l'amplitude et l'autre la direction orientée du déplacement dans une zone d'une desdites trames composites ;
  - b) une opération consistant à déterminer si la proportion, dans chaque trame successive, du nombre de pixels pour lesquels ledit premier signal binaire a ladite première valeur - représentative d'une nécessité de correction - par rapport au nombre total de pixels dans la trame, dépasse un pourcentage déterminé ; et
  - c) une opération consistant à transmettre, trame par trame, à ladite opération finale de compression

- s'il n'y a pas de nécessité de correction, lesdits deux signaux numériques à nombre réduit de bits,
- au contraire, s'il y a nécessité de correction, le signal numérique codé résultant de ladite opération initiale de codage.

5        2. Procédé de compression de données selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite opération consistant à coder les dits signaux numériques, pixel par pixel, afin d'en déduire, pour chaque pixel, les deux groupes de signaux numériques à nombre réduit de bits, représentant l'un l'amplitude et l'autre la direction orientée du déplacement, comporte  
10        successivement, trame par trame,

- un traitement temporel, dans lequel on compare, pour chaque pixel, la valeur de celui-ci à sa valeur juste antérieure, lissée au moyen d'une « constante de temps » qu'on fait varier au cours du temps pour optimiser le lissage, afin de déterminer deux paramètres, significatifs de la  
15        variation temporelle de valeur du pixel, paramètres variables dans le temps et représentés par deux signaux numériques, à savoir un premier signal binaire *DP*, dont une première valeur représente le dépassement d'un seuil déterminé par ladite variation et une seconde valeur le non-dépassement de ce seuil par ladite variation, et un second signal  
20        numérique *CO*, à nombre réduit de bits, représentatif de la valeur instantanée, pour ledit pixel, de ladite constante de temps,
- un traitement spatial des valeurs, pour une trame donnée, desdits deux signaux numériques *DP* et *CO* pour déterminer les zones en déplacement dans lesquelles à la fois ledit premier signal *DP* présente ladite première  
25        valeur représentative de dépassement dudit seuil et ledit second signal *CO* varie d'une manière significative entre pixels voisins, et
- un traitement pour déduire, desdites zones en déplacement, d'une part, ladite première valeur, représentative d'un déplacement, pour ledit autre signal binaire et, d'autre part, les valeurs numériques des deux groupes  
30        numériques parmi lesdits quatre groupes de signaux numériques.

3. Procédé de décompression de données pour traiter une succession de signaux numériques codés selon ledit procédé de compression de données précité, apte à réaliser, entre une opération de décompression initiale dans un ensemble de décompression et une opération finale de décodage dans un filtre à  
35        ondelettes, caractérisé en ce qu'on applique, à la succession de signaux

numériques résultant de ladite première décompression et comportant, pour chaque pixel des signaux vidéo numériques, quatre groupes de signaux numériques - dont deux sont des signaux binaires, représentant par leurs deux valeurs possibles l'un la nécessité ou non d'une correction et l'autre un déplacement ou non, et deux sont des signaux à nombre réduit de bits, représentant l'un l'amplitude et l'autre la direction orientée du déplacement - une opération de décompression supplémentaire consistant à restituer, à partir de cette succession, une succession de signaux numériques correspondant au balayage de trames composites d'une mosaïque d'images et aptes à être décryptés en une succession de signaux vidéo numériques par ledit filtre à ondelettes fonctionnant en inverse.

4. Procédé de décompression de données selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'on réalise la dite opération de décompression supplémentaire par un traitement consistant

- 15 - à faire normalement circuler, en une boucle, une trame desdits quatre groupes signaux se présentant en entrée à la suite de l'opération de décompression initiale, tant que les deux signaux binaires représentent simultanément une absence de correction et une absence de mouvement,
- 20 - à substituer, dans ladite boucle, à cette trame en circulation une nouvelle trame, avec de nouvelles valeurs de pixels, desdits signaux en provenance de l'opération de décompression initiale qui se présente en entrée, au cas où le signal binaire de correction indique la nécessité d'une correction,
- 25 - à effectuer, dans une matrice carrée, dont le nombre de lignes et de colonnes est plus petit que le nombre de lignes et de colonnes d'une trame et à travers laquelle circulent lesdits signaux groupes de quatre signaux d'une trame, au cas où le signal binaire de correction indique une absence de correction tandis que ledit autre signal binaire de déplacement indique un déplacement, une opération de translation des pixels en déplacement dans ladite matrice depuis leur position jusqu'à la position centrale de pixel à l'intérieur ladite matrice, et
- 30 - à effectuer une extraction des signaux circulant dans ladite boucle, en aval de l'entrée dans ladite boucle des trames desdits quatre signaux.

5. Dispositif de compression de données apte à traiter la succession de  
35 signaux numériques, constitués par une succession de trames composites à

- mosaïque d'images à succession de pixels qui sont débités en sortie par un filtre à ondelettes recevant en entrée au moins la composante de chrominance d'un flux de signaux vidéo numériques, représentatifs d'une succession de trames d'images vidéo à compresser, afin d'améliorer la compression ultérieure dans
- 5 un ensemble de compression finale de signaux numériques, caractérisé en ce qu'il comporte un ensemble de codage de mouvement apte à réaliser, sur ladite succession de trames composites, une compression préliminaire qui ne transmet que les variations, dues à un déplacement dans ladite succession de trames composites ledit ensemble de codage en mouvement comportant en
- 10 combinaison :
- a) des moyens pour coder lesdits signaux numériques, pixel par pixel, en fonction de la variation de valeur de chaque pixel entre la trame traitée et la trame antérieure, pour en déduire un bloc de quatre signaux numériques dont
    - 15 • l'un est un signal binaire qui représente, par ses deux valeurs possibles, soit une nécessité de correction soit l'absence d'une telle nécessité,
    - un autre est également un signal binaire qui représente, par ses deux valeurs possibles, soit un déplacement soit une absence de
    - 20 déplacement, et
    - les deux autres sont constitués chacun par un signal numérique à nombre réduit de bits, qui représentent l'un l'amplitude et l'autre la direction orientée de déplacement dans une zone d'une desdites trames composites
  - 25 b) des moyens pour déterminer si la proportion dans chaque trame successive, du nombre de pixels pour lesquels ledit premier signal binaire a ladite première valeur - représentative d'une nécessité de correction - par rapport au nombre total de pixels dans la trame, dépasse un pourcentage déterminé ; et
  - 30 c) des moyens pour transmettre, trame par trame, ou audit ensemble de compression finale
    - s'il n'y a pas de nécessité de correction, lesdits deux signaux numériques à nombre réduit de bits,
    - au contraire, s'il y a nécessité de correction, le signal
    - 35 numérique codé résultant de ladite opération initiale de codage.

6. Dispositif de compression de données selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit ensemble de codage en mouvement apte à réaliser une compression préliminaire comporte

- 5       • des moyens de traitement temporel dans lequel on compare, pour chaque pixel, la valeur de celui-ci à sa valeur juste antérieure, lissée au moyen d'une « constante de temps » qu'on fait varier au cours du temps pour optimiser le lissage. afin de déterminer deux paramètres, significatifs de la variation temporelle de valeur du pixel, paramètres variables dans le temps et représentés par deux signaux numériques, à savoir un premier
- 10       signal binaire *DP*, dont une première valeur représente le dépassement d'un seuil déterminé par ladite variation et une seconde valeur le non-dépassement de ce seuil par ladite variation, et un second signal numérique *CO*, à nombre réduit de bits, représentatif de la valeur instantanée, pour ledit pixel, de ladite constante de temps,
- 15       • des moyens de traitement spatial des valeurs, pour une trame donnée, desdits deux signaux numériques *DP* et *CO* pour déterminer les zones en déplacement dans lesquelles à la fois ledit premier signal *DP* présente ladite première valeur représentative de dépassement dudit seuil et ledit second signal *CO* varie d'une manière significative entre pixels voisins,
- 20       et
- des moyens pour déduire, desdites zones en déplacement, d'une part, ladite première valeur, représentative d'un déplacement, pour ledit autre signal binaire et, d'autre part, les valeurs numériques des deux groupes numériques parmi lesdits quatre groupes de signaux numériques.

- 25       7. Dispositif de décompression de données pour traiter une succession de signaux numériques codés selon le procédé de compression de données selon la revendication 1 ou 2 apte à réaliser, entre un ensemble de décompression initiale de données, dont il reçoit l'entrée, et un filtre à ondelettes fonctionnant en inverse, qui reçoit la sortie dudit dispositif, caractérisé en ce qu'il comprend,
- 30       pour traiter la succession de signaux numériques reçue dudit ensemble de décompression et comportant, pour chaque pixel des signaux vidéo numériques, quatre groupes de signaux numériques - dont deux sont des signaux binaires, représentant par leur deux valeurs possibles l'un la nécessité ou non d'une correction et l'autre un déplacement ou non, et deux sont des signaux à nombre
- 35       réduit de bits, représentant l'un l'amplitude et l'autre la direction orientée du

déplacement - un ensemble de décodage en déplacement apte à décoder la succession desdits quatre groupes de signaux numériques et à débiter, en fonction de ceux-ci, sur l'entrée décodage dudit filtre à ondelettes fonctionnant en inverse, une succession de signaux décodés en déplacement, mais codés en trames composites.

8. Dispositif de décompression de données selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit ensemble de décodage en déplacement comprend, en combinaison.

- des moyens pour faire normalement circuler, en une boucle, une trame desdits quatre groupes de signaux reçus dudit ensemble de décompression initiale, tant que les deux signaux binaires desdits groupes d'une trame représentent simultanément une absence de correction et une absence de mouvement,
- des moyens pour substituer, dans ladite boucle, à cette trame en circulation une nouvelle trame, avec de nouvelles valeurs de pixels, qui arrive dudit ensemble de décompression initiale, au cas où le signal binaire de correction indique la nécessité d'une correction,
- des moyens pour effectuer, dans une matrice carrée, dont le nombre de lignes et de colonnes est plus petit que le nombre de lignes et de colonnes d'une trame, et à travers laquelle circulent lesdits groupes de quatre signaux d'une trame, - au cas où le signal binaire de correction indique une absence de correction tandis que le signal binaire de mouvement indique un déplacement, une opération de translation des pixels en déplacement dans ladite matrice depuis leur position jusqu'à la position centrale de pixel dans ladite matrice, et
- des moyens pour extraire les signaux circulant dans ladite boucle, en aval de l'entrée dans ladite boucle des trames desdits quatre signaux.

9. Procédé tant de compression de signaux vidéo numériques que de décompression de signaux numériques compressés par un tel procédé de compression, procédé opérant trame par trame des signaux vidéo numériques à compresser et des signaux numériques à décompresser en signaux vidéo numériques.

qui consiste, à faire subir

- pour la compression, à la succession de signaux vidéo numériques à compresser.



- une opération initiale de codage spatial pour transformer chaque trame unitaire, représentée dans ladite succession de signaux et qui correspond à la totalité d'une image initiale, en une trame composite constituée par une mosaïque d'images de plus petite dimension que ladite image initiale, mais qui représentent chacune des informations plus limitées que celles contenues dans ladite image initiale, avec conservation des différents contours de l'image initiale, et
  - une opération finale de compression pour réduire le nombre de bits représentatifs de chaque pixel de chaque trame composite,
  - et pour la décompression, à la succession de signaux de pixels à nombre de bits réduit dans un signal compressé,
  - une opération initiale de décompression consistante à effectuer l'opération inverse de ladite opération finale de compression pour obtenir une représentation de chaque pixel d'une trame composite à mosaïque d'images au moyen d'un nombre de bits plus grand, et
  - une opération finale de décodage pour déduire, à partir des signaux numériques représentatifs d'une telle trame composite à mosaïque d'images, des signaux vidéo numériques représentatifs d'une trame unitaire correspondant à la totalité d'une image,
- et qui est caractérisé en ce que,
- pour la compression, on applique, à la succession de signaux numériques représentatifs des pixels de ladite trame composite à mosaïque d'images, entre ladite opération initiale de codage spatial et ladite opération finale de compression, successivement
  - une opération de compression préliminaire consistant à coder lesdits signaux numériques, pixel par pixel, en fonction de la variation de la valeur de chaque pixel entre la trame traitée et la trame antérieure pour en déduire, pour chaque pixel, un bloc de quatre groupes de signaux numériques, dont
  - l'un est un signal binaire qui représente, par ses deux valeurs possibles, soit une nécessité de correction soit l'absence d'une telle nécessité,
  - un autre est également un signal binaire qui représente, par ses deux valeurs possibles, soit un déplacement soit l'absence d'un déplacement, et



- les deux autres comportent chacun un signal numérique à nombre réduit de bits qui représente l'un l'amplitude et l'autre la direction orientée du déplacement dans une zone de la trame composite,
  - une opération consistant à déterminer si la proportion, dans chaque trame successive, du nombre de pixels pour lesquels ledit premier signal binaire a ladite première valeur, représentative d'une nécessité de correction, par rapport au nombre total de pixels dans la trame, dépasse un pourcentage déterminé, et
  - une opération consistant à transmettre, trame par trame, à ladite opération finale de compression
    - s'il n'y a pas de nécessité de correction, lesdits deux signaux numériques à petit nombre de bits,
    - au contraire, s'il y a nécessité de correction, le signal numérique codé résultant de ladite opération de codage spatial,
  - et pour la décompression,
    - on applique, à la succession de quatre groupes de signaux numériques décompressés dans ladite opération initiale de décompression, représentant les trames composites successives à mosaïque d'images, entre ladite opération initiale de décompression et ladite opération finale de décodage, un traitement consistant à restituer, à partir des quatre groupes de signaux numériques, les signaux correspondant au balayage de trames composites d'une mosaïque d'images.
10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'on effectue
- pour la compression
    - le codage spatial de la succession des signaux vidéo numériques à compresser en une succession de signaux numériques codés correspondant au balayage, dans chaque trame, du diagramme de Mallat et constituant la mosaïque d'images, au moyen d'un filtre à ondelettes.
    - la compression finale, au moyen d'un ensemble de compression – décompression, à quantificateur adaptatif, codeur type *RCL* et codeur *CH*, type codeur de Huffman, fonctionnant en compression,
  - et, pour la décompression,
    - la décompression, au moyen dudit ensemble de compression – décompression fonctionnant en décompression,

- le décodage, au moyen dudit filtre à ondelettes fonctionnant en inverse.

11. Procédé selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que

- dans la compression, on réalise l'opération de compression préliminaire de la succession de signaux numériques codés résultant du balayage d'une trame composite à mosaïque d'images en réalisant successivement sur cette succession, trame par trame,
  - un traitement temporel, dans lequel on compare, pour chaque pixel, la valeur de celui-ci à sa valeur juste antérieure, lissée au moyen d'une « constante de temps » qu'on fait varier au cours du temps pour optimiser le lissage, afin de déterminer deux paramètres, significatifs de la variation temporelle de valeur du pixel, paramètres variables dans le temps et représentés par deux signaux numériques, à savoir un premier signal binaire *DP*, dont une première valeur représente le dépassement d'un seuil déterminé par ladite variation et le second le non-dépassement de ce seuil par ladite variation, et un second signal numérique *CO*, à nombre réduit de bits, représentatif de la valeur instantanée, pour ledit pixel, de ladite constante de temps,
  - un traitement spatial des valeurs, pour une trame donnée, desdits deux signaux numériques représentatifs des paramètres *DP* et *CO* pour déterminer les zones en déplacement dans lesquelles à la fois ledit premier signal *DP* présente ladite première valeur représentative de dépassement et ledit second signal *CO* varie d'une manière significative entre pixels voisins, et
  - on déduit, desdites zones en déplacement, d'une part, ladite première valeur, représentative d'un déplacement, pour ledit autre signal binaire et, d'autre part, les valeurs numériques des deux groupes numériques, parmi lesdits quatre groupes de signaux numériques ;
- et dans la décompression, on réalise la décompression finale de la succession de signaux numériques en provenance de l'opération de décompression initiale, pour obtenir une succession de signaux numériques correspondant au balayage d'une trame composite à mosaïque d'images par un traitement consistant
- à faire normalement circuler, en une boucle, une trame desdits signaux numériques en provenance de l'opération de décompression initiale, tant

que les deux signaux binaires représentent simultanément une absence de correction et une absence de mouvement,

- à substituer, dans ladite boucle, à cette trame en circulation une nouvelle trame qui arrive de ladite opération de décompression initiale, au cas où le signal binaire de correction indique la nécessité d'une correction,
- à effectuer, dans une matrice carrée, dont le nombre de lignes et de colonnes est plus petit que le nombre de lignes et de colonnes d'une trame et à travers laquelle circulent lesdits signaux décompressés, au cas où ledit signal binaire de correction indique une absence de correction tandis que ledit autre signal binaire de déplacement indique un déplacement, une opération de translation des pixels en déplacement dans ladite matrice depuis leur position jusqu'à la position centrale de pixel à l'intérieur ladite matrice, et
- à effectuer une extraction des signaux circulant dans ladite boucle en aval de l'entrée des signaux en provenance de ladite opération de décompression initiale.

12. Dispositif tant de compression d'une succession de signaux vidéo numériques que de décompression de signaux numériques compressés dans un dispositif de ce type fonctionnant en compression, dispositif qui fonctionne trame par trame des signaux vidéo numériques à compresser et des signaux numériques à décompresser et qui comporte :

- pour la compression
  - en entrée, la portion de codage d'un filtre à ondelettes dont l'entrée reçoit ladite succession de signaux vidéo numériques à compresser qui représentent une succession de trames vidéo et dont la sortie débite une succession des signaux vidéo numériques codés qui représentent une succession de trames consistant chacune en une trame composite constituée par une mosaïque d'images vidéo dont chacune représente une trame d'entrée, et
  - en sortie, la portion de compression d'un ensemble de compression – décompression. apte à réduire le nombre de bits représentatifs de chaque trame composite constituée par une mosaïque d'images vidéo, dont l'entrée reçoit la succession desdits signaux vidéo numériques codés et dont la sortie débite un signal numérique compressé

relativement à ladite succession de signaux vidéo numériques à compresser.

- et pour la décompression

- 5       • en entrée, la portion de décompression dudit ensemble de compression – décompression, dont l'entrée reçoit la succession de signaux numériques de trame composite à mosaïque d'image à décompresser et dont la sortie débite une succession de signaux numériques décompressés, mais codés en trames composites de mosaïque d'images, et
- 10       • en sortie, la portion de décodage dudit filtre à ondelettes fonctionnant en inverse, dont l'entrée reçoit, sur son entrée de décodage, une succession de signaux numériques décompressés, mais codés en trame composite de mosaïque d'images, et dont la sortie débite une succession de signaux vidéo numériques aptes à reconstituer les
- 15       trames unitaires entières successives correspondant aux dites trames composites.

caractérisé en ce que

- pour la compression,

- 20       il comporte en outre, entre la sortie de ladite portion de codage dudit filtre à ondelettes et l'entrée compression dudit ensemble de compression – décompression, un ensemble de codage de mouvement apte à réaliser une compression préliminaire qui ne transmet que les variations, tant globales que dues à un déplacement limité, dans les trames composites successives en débitant sur sa sortie, pour chaque pixel de trame, un bloc de quatre
- 25       signaux numériques dont

- l'un est un signal binaire qui représente, par ses deux valeurs possibles, soit une nécessité de correction soit l'absence d'une telle nécessité,
- un autre est également un signal binaire qui représente, par ses deux
- 30       valeurs possibles, soit un déplacement soit une absence de déplacement, et
- les deux autres comportent chacun un signal numérique à nombre réduit de bits et représentent l'un l'amplitude et l'autre la direction orientée de déplacement dans une zone de la trame composite



représentée par les signaux vidéo numériques d'entrée en provenance dudit filtre à ondelettes, et

- pour la décompression.

il comporte en outre, entre la sortie de ladite portion de décompression dudit ensemble de compression – décompression et l'entrée décodage dudit filtre à ondelettes, un ensemble de décodage en déplacement apte à décoder la succession de signaux décompressés, mais codés en trames composites, en une succession de signaux décodés en déplacement, mais codés en trames composites, dont l'entrée reçoit ladite succession de signaux décompressés et dont la sortie est connectée à l'entrée de ladite portion de décodage dudit filtre à ondelettes pour y débiter ladite succession de signaux numériques décodés en déplacement.

13. Dispositif selon la revendication 12 caractérisé en ce que

- en compression

ledit ensemble de codage en mouvement comporte

- des moyens de traitement temporel pour comparer, pour chaque pixel, la valeur de celui-ci à sa valeur juste antérieure, lissée au moyen d'une « constante de temps » qu'on fait varier au cours du temps pour optimiser le lissage, afin de déterminer deux paramètres, significatifs de la variation temporelle de la valeur du pixel, paramètres variables dans le temps et représentés par deux signaux numériques, à savoir un premier signal binaire *DP*, dont une première valeur représente le dépassement d'un seuil déterminé par ladite variation et la seconde valeur le non-dépassement de ce seuil par ladite variation, et un second signal numérique *CO*, à nombre réduit de bits, représentatif de la valeur instantanée, pour ledit pixel, de ladite constante de temps,
- des moyens de traitement spatial des valeurs, pour une trame donnée, des signaux numériques représentatifs des paramètres *DP* et *CO*, pour déterminer les zones en déplacement dans lesquelles à la fois ledit premier signal *DP* présente ladite première valeur représentative de dépassement et ledit second signal *CO* varie d'une manière significative entre pixels voisins, et
- des moyens pour déduire, desdites zones en déplacement, d'une part, ladite première valeur, représentative d'un déplacement, pour ledit autre signal binaire et, d'autre part, les valeurs numériques des deux

groupes numériques parmi lesdits quatre groupes de signaux numériques ; et

- pour la décompression

ledit ensemble de décodage en mouvement comporte :

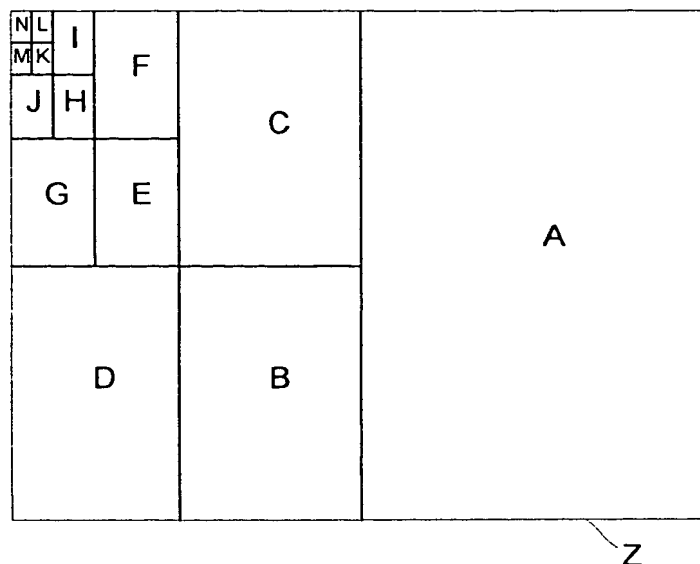
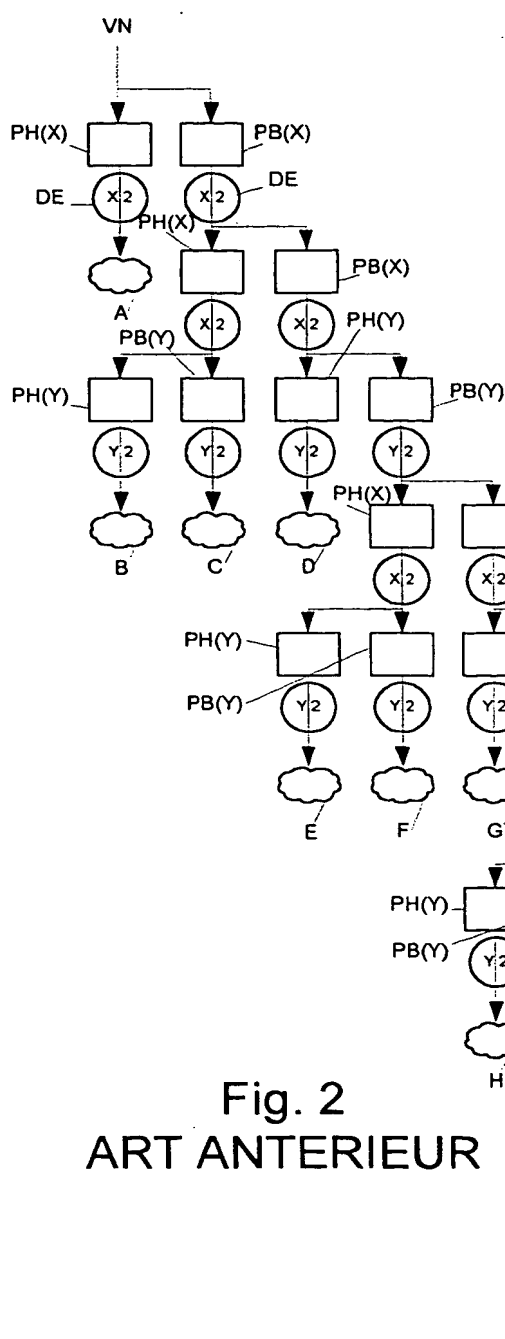
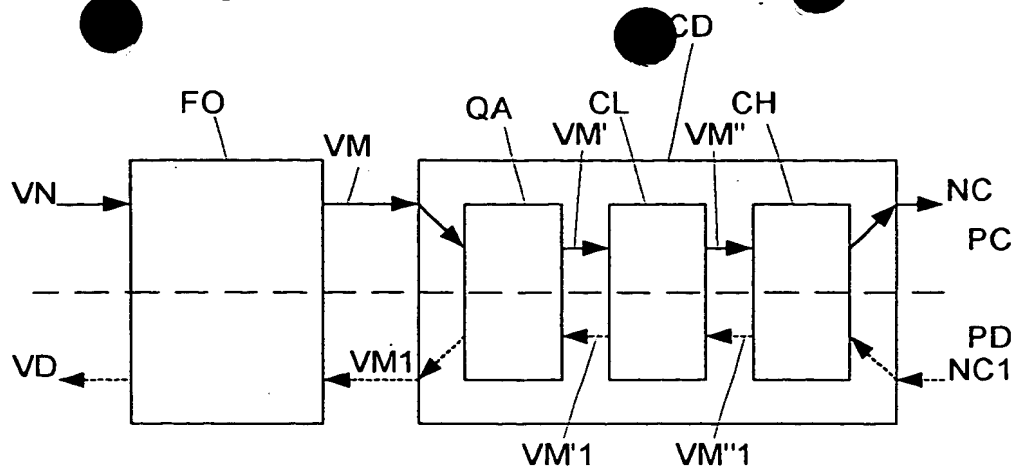
- 5 • des moyens pour faire normalement circuler, en une boucle, une trame desdits signaux décompressés, mais codés, reçus de ladite portion de décompression dudit ensemble de compression – décompression tant que les deux signaux binaires représentent simultanément une absence de correction et une absence de mouvement,
- 10 • des moyens pour substituer, dans la boucle, à cette trame en circulation une nouvelle trame avec de nouvelles valeurs de pixels qui se présente, au cas où le signal binaire de correction indique la nécessité d'une correction, et
- 15 • des moyens pour effectuer, dans une matrice carrée, dont le nombre de lignes et de colonnes est plus petit que le nombre de lignes et de colonnes d'une trame, et à travers laquelle circulent lesdits signaux décompressés, une opération de translation des pixels en déplacement dans ladite matrice de leur position vers la position centrale de pixel dans celle-ci, au cas où le signal binaire de correction indique une
- 20 absence de correction tandis que le signal binaire de mouvement indique un déplacement.

14. Système de visiophonie à au moins deux postes, caractérisé en ce qu'il comporte, dans chaque poste, un dispositif selon la revendication 12 ou 13  
25 associé à des moyens d'émission et de réception à distance.

15. Dispositif d'enregistrement d'un signal vidéo numérique comprimé sur un support d'enregistrement, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de compression de données selon la revendication 5 ou 6 et un appareil d'enregistrement sur ce support qui reçoit en entrée les signaux vidéo  
30 numériques comprimés par ledit dispositif de compression.

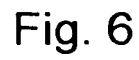
16. Dispositif de lecture d'un signal vidéo numérique compressé enregistré sur un support au moyen d'un dispositif d'enregistrement selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il comporte un appareil de lecture dudit support et un dispositif de décompression de données selon la revendication 7  
35 ou 8 qui reçoit la sortie de cet appareil de lecture.

  
Le Mandataire  
GÉRARD MARLE & FILIOL









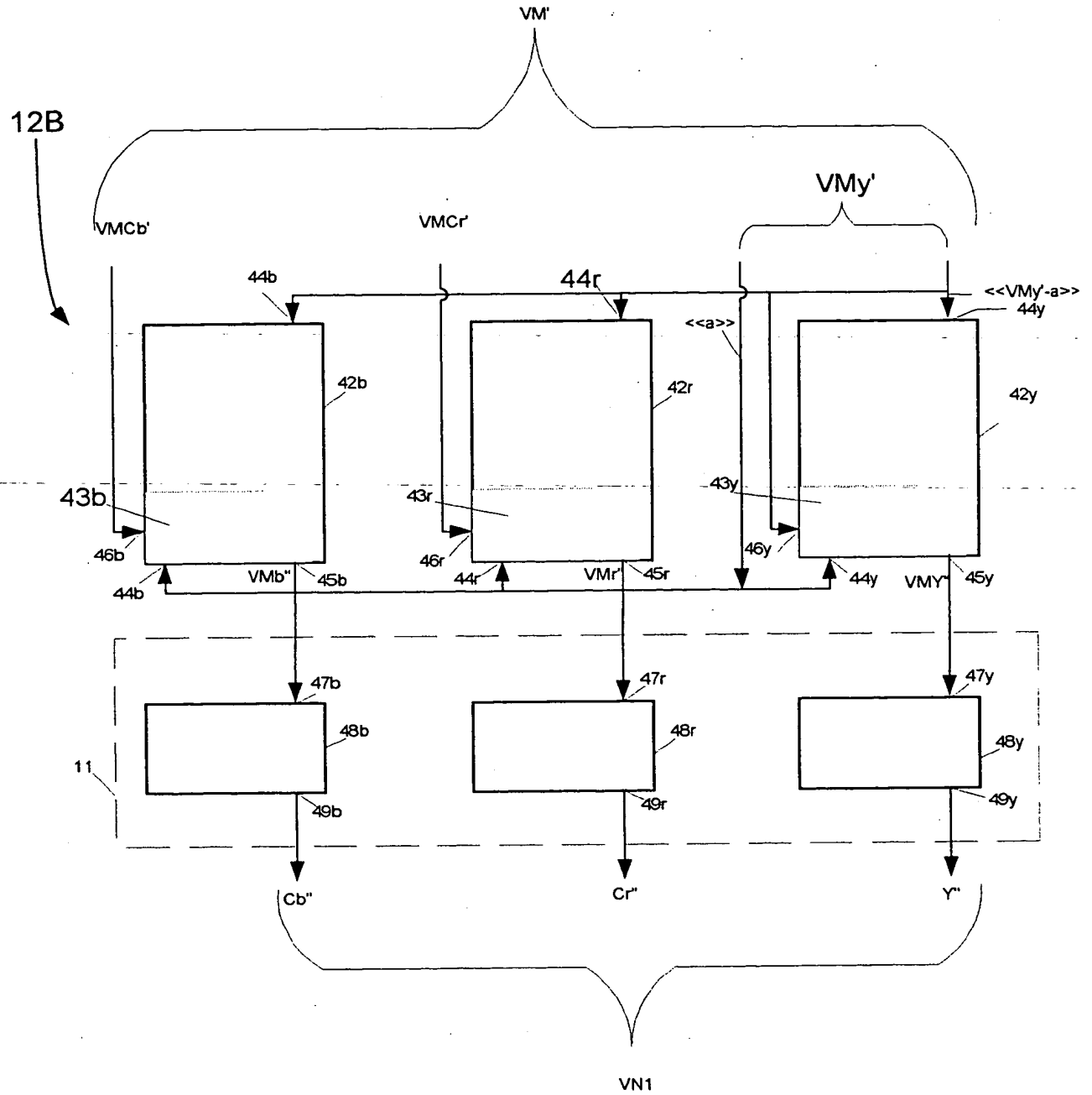


Fig. 8

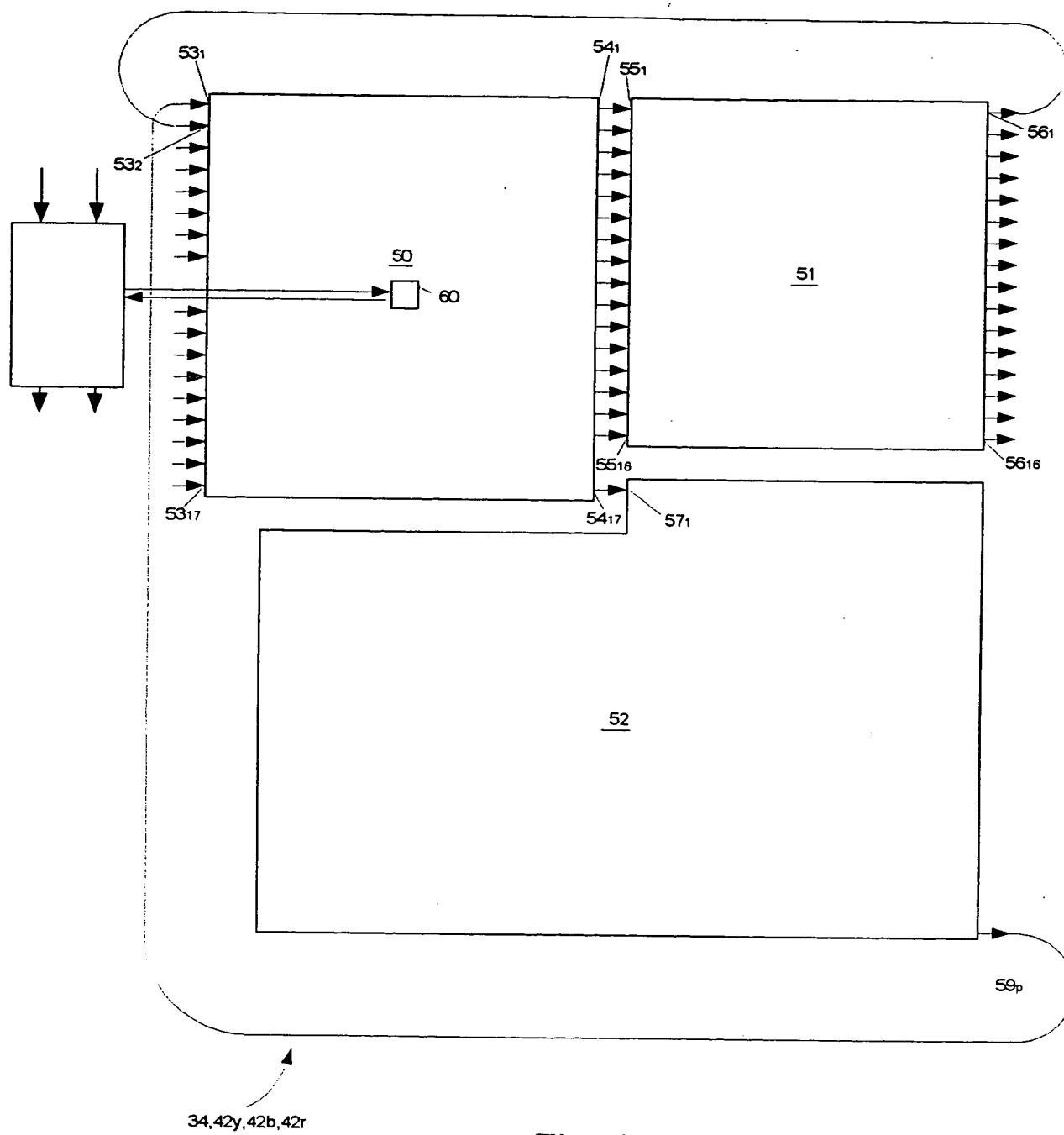


Fig. 9

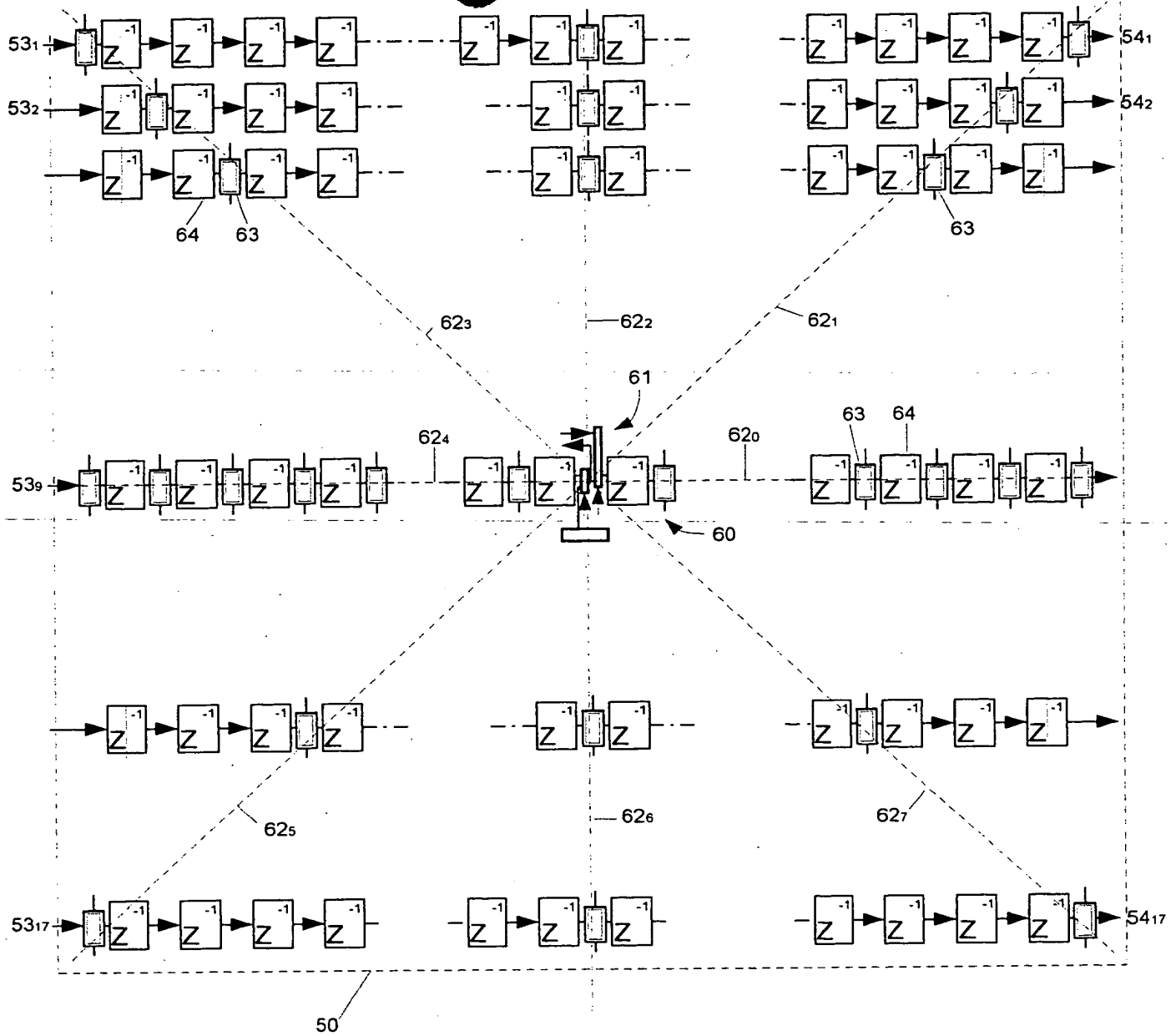


Fig 10

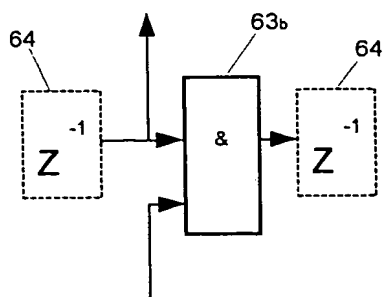


Fig. 11

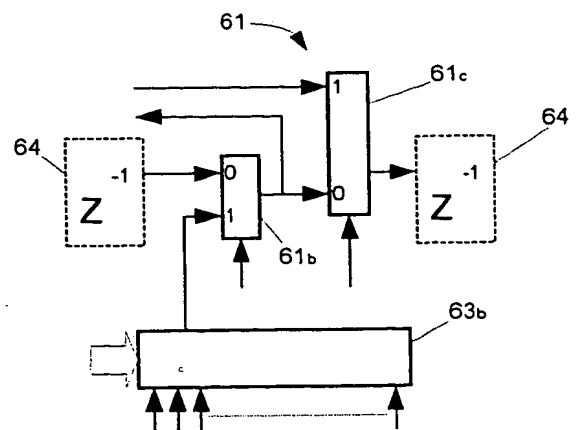


Fig. 12

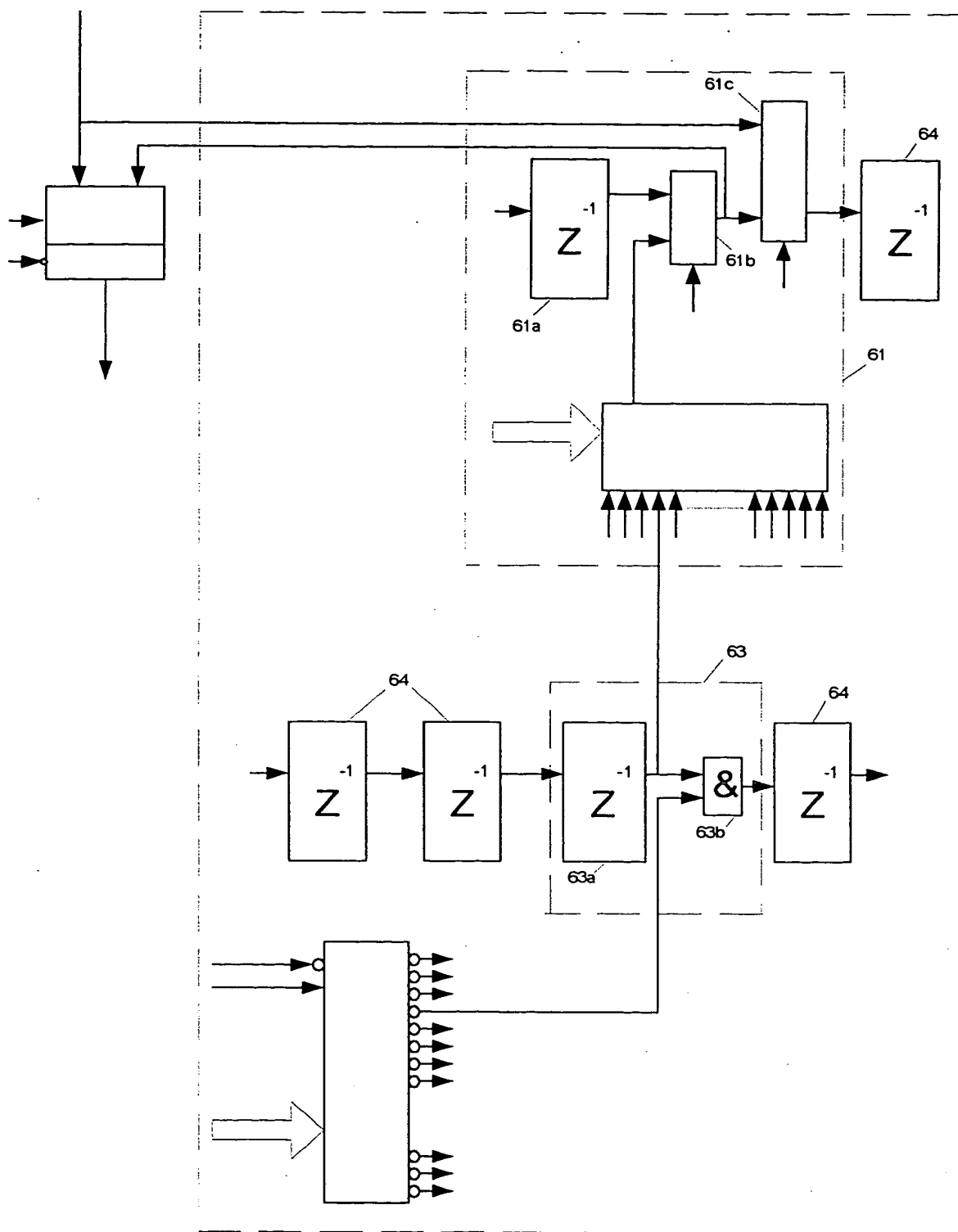


Fig. 13

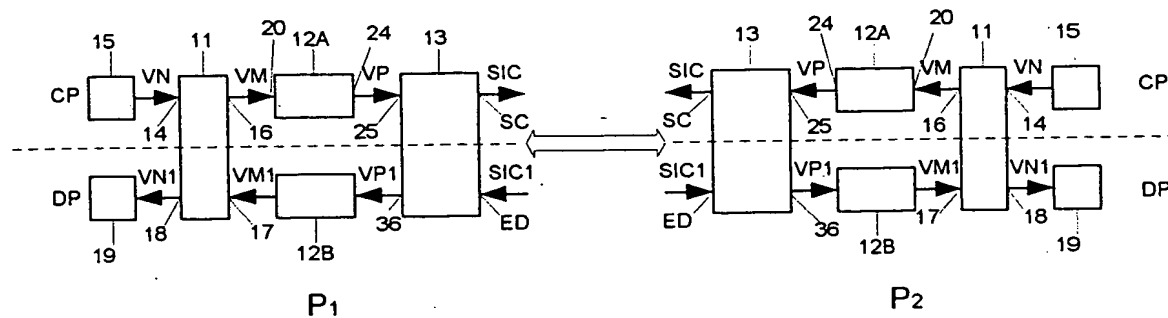


Fig. 14

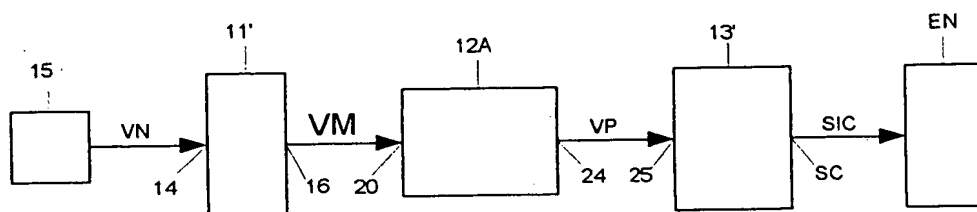


Fig. 15

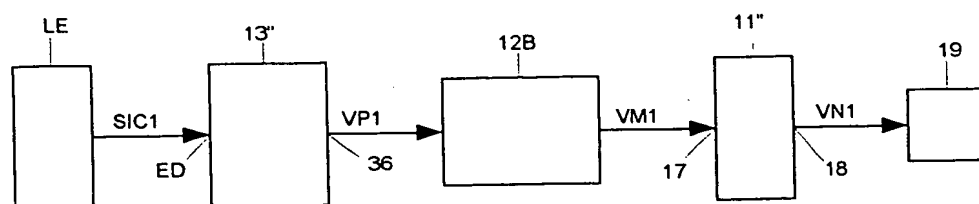


Fig. 16

**This Page Blank (uspto)**